

令和 6（2024）年度キンメダイ太平洋系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（亘 真吾・竹茂愛吾・川内陽平・
青木一弘・竹村紫苑・小柳津瞳）

参画機関：千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、高知県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター

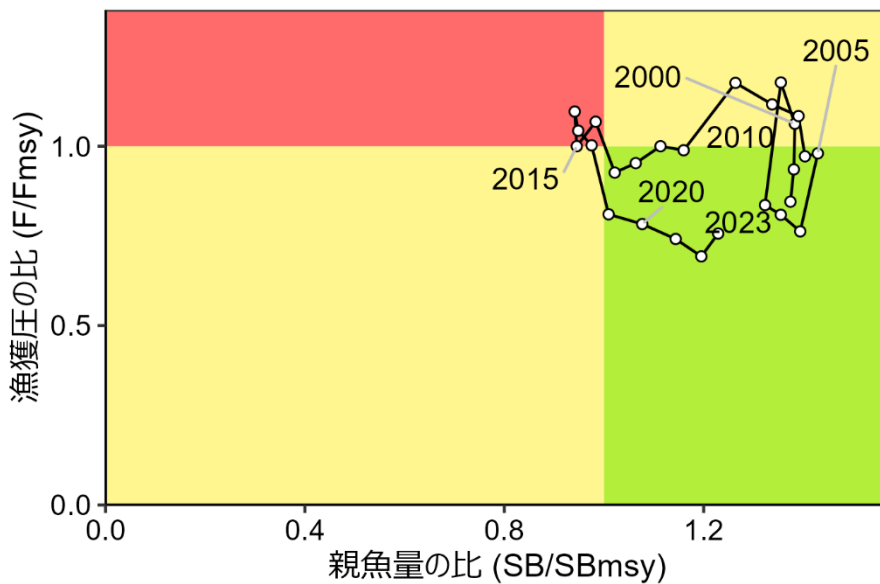
要 約

本系群の資源評価は、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間得られる関東沿岸から伊豆諸島周辺海域および四国沖南方の海山域を対象とし、資源量指標値をチューニング指標としたコホート解析により資源量推定を実施した。資源量指標値には、海洋環境に関する要因を除去し年変動のみを抽出した主要水揚港の 8 地区（うち東京湾口部は 2 海域）の標準化 CPUE および八丈島のノミナル CPUE を用いた。2023 年における本系群全体の漁獲量は 5,246 トン、資源量推定を実施している関東沿岸から伊豆諸島周辺海域および四国沖南方の海山域では 4,360 トンであった。2023 年の資源量は 37.0 千トン、親魚量は 29.9 千トン、加入量は 690 万尾と推定された。2015 年以降の推移について、親魚量、資源量は増加、加入量は一時的に増加しその後減少傾向にある。

令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係にはホッケー・スティック型が適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現できる水準の親魚量（SBmsy）は 24.3 千トンである。この基準に従うと、本系群の 2023 年の親魚量は、MSY を実現する水準を上回る。また、本系群に対する 2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「増加」と判断される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



最大持続生産量 (MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	24.3 千トン
2023 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る
2023 年の親魚量の動向	増加
MSY	4.7 千トン
2025 年の ABC	-
コメント: ・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。	

直近5年と将来2年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2019	34.8	24.5	4.0	0.81	12
2020	36.1	26.2	4.0	0.78	11
2021	36.9	27.8	4.1	0.74	11
2022	37.2	29.0	4.0	0.69	11
2023	37.0	29.9	4.4	0.76	12
2024	37.0	29.7	4.1	0.73	11
2025	37.4	29.2	—	—	—

・ 2024、2025年の値は将来予測に基づく平均値である。

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	水揚港別漁獲量(千葉～静岡(4)都県)高知市地方卸売市場取扱量(高知)、漁獲成績報告書、太平洋広域漁業調整委員会資料(水産庁)、 <u>水揚港別漁獲量(愛知～高知)</u> 、 <u>鹿児島市中央卸売市場取扱量(鹿児島)</u>
年齢別・年別漁獲尾数	月別漁獲物組成(銘柄組成または体長組成)、年齢査定を含む生物測定(水産機構、千葉～静岡(4)都県)
資源量指数 ・資源量 ・親魚量	主要水揚港の漁獲量と努力量(千葉～静岡(4)都県)* <u>主要水揚港の漁獲量と努力量(高知)</u> FRA-ROMS II、黒潮流軸情報(水産機構)
自然死亡係数(M)	年当たり $M = 0.1$ を仮定(田中 1960)
漁獲物組成	<u>月別漁獲物組成(銘柄組成または体長組成)</u> (愛知、高知、鹿児島)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。下線のデータは資源量推定には用いず、補足資料に使用した情報である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

太平洋、大西洋、インド洋の熱帯から温帯域の海山および大陸棚縁辺部に世界的規模で分布する。日本では、北海道釧路以南の太平洋と新潟県以南の日本海に、未成魚は大陸棚の水深 100～250 m、成魚は沖合の水深 200～800 m に分布する(落合・田中 1998、林 2013)。我が国太平洋岸における主な生息域(漁場)は房総半島から伊豆半島沿岸、御前崎沖、伊豆諸島周辺、四国沖南方の海山域(第1紀南海山、第2紀南海山、駒橋海山、駒橋第2海山)、高知沖、南西諸島周辺海域などである(図 2-1)。関東地方の沿岸部からの小型魚の標識放流結果によると、放流海域付近にとどまる個体と、伊豆諸島などのより深い水深の海域に移動する個体がいることが示唆されている。沿岸の大陸斜面上部には若齢の小型魚が多く、伊豆諸島や海山等の沖合の深場には高齢の大型魚が多い傾向がある。長距離の移動では、関東沿岸で放流した個体が伊豆諸島周辺海域を南下、また南西諸島周辺海域で再捕された個体の例がある。これらの標識放流結果を集約すると、関東沿岸で放流された個体は、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域で4年を経ても95%以上が、10年を経ても70%以上が再捕されることから、長距離の移動はごく一部であると想定される(亘ほか 2017)。また、茨城県以北の東北太平洋岸でも、資源調査等で捕獲される事例が報告されている(亘ほか 印刷中)。

(2) 年齢・成長

年齢と体長の関係は、雌雄、生息海域、年代により若干異なる結果が得られているが、各年齢の尾叉長は概ね、満1歳で19 cm、満2歳で22 cm、満3歳で25 cm、満4歳で28

cm、満 5 歳で 30 cm、満 10 歳で 39 cm 前後である（秋元 2007）（図 2-2）。耳石の年齢査定による最高齢魚は 26 歳である（明神・浦 2003）。

(3) 成熟・産卵

日本周辺海域における産卵場は、関東沿岸、伊豆諸島周辺海域、高知沖、南西諸島周辺海域、小笠原周辺にかけての広範囲で知られており、成魚が生息する海域であれば、どこでも産卵が行われていると考えられている（増沢ほか 1975、秋元 2007）。産卵期は 6～10 月で盛期は 7、8 月（大西 1985、芝田 1985、久保島 1999、秋元ほか 2005）。年齢別成熟率は 3 歳まで 0、4 歳で 0.5、5 歳以上で 1.0 とされる（図 2-3）。

(4) 被捕食関係

主要な餌料生物としては、ハダカイワシ類などの中深層性魚類、イカ類、エビ類、オキアミ類などが知られている（増沢ほか 1975、亘ほか 2017）。サメ類やイルカ類による捕食、操業中の食害がある（堀井 2011、大泉 2011）。また、大型のキンメダイは、キンメダイ稚魚を捕食することもある（池田 1980）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

キンメダイは陸棚斜面や海山や海丘の斜面や頂上に多く分布し、房総半島から南西諸島にいたる太平洋岸、伊豆諸島、沖合の海山周辺に漁場が点在する。また、対象漁業には、自由漁業、知事許可漁業、大臣許可漁業、太平洋広域漁業調整委員会承認漁業など、多様な形態がある。自由漁業、知事許可漁業においては、主に立て縄、底立てはえ縄、樽流しといった釣り漁業で漁獲されている。大臣許可漁業では、沖合底びき網漁業、東シナ海はえ縄漁業、太平洋底刺し網等漁業による漁獲がある。関東沿岸から伊豆諸島周辺海域北部では明治時代にすでに漁業がおこなわれ歴史も古い。一方、伊豆諸島周辺海域南部や四国沖、南西諸島周辺海域では 1980 年代以降に本格的な漁業が始まった。千葉県、東京都、神奈川県、静岡県（以下、「一都三県」という）ならびに高知県では、立て縄漁業、樽流し漁業、底立てはえ縄漁業について休漁期、縄の本数の制限、針数の制限、体長制限などの規制が設けられている。一都三県では、1996 年より一都三県キンメダイ資源管理実践推進漁業者協議会のもと、調査研究を踏まえ、漁業者が自主的に資源管理措置の合意形成を図るという資源管理の流れが構築されている。2014 年にキンメダイ資源管理に関する漁業者代表部会が設置され、関係者間でさらなる資源管理の推進に向けた協議が行われている。

(2) 漁獲量の推移

キンメダイは 2023 年現在、農林水産省の漁獲統計の調査対象となっておらず、研究機関で把握した総量を合算し漁獲量としている。昨年度の資源評価において、引き続き検討すべき課題とした、対象海域の漁業の情報収集体制の検討に対応し、漁獲量情報を細かく精査した。昨年度まで一部未把握であった四国沖南方の海山域での漁獲量を追加した。それらは、2000 年以降の四国沖南方の海山域において神奈川県漁船が操業し、高知市地方卸売市場より出荷した漁獲量と、太平洋中南部の我が国 EEZ 内において、2007 年以降の太平

洋広域漁業調整委員会承認漁業として操業された底刺し網漁業の漁獲量である。なお、四国沖南方の海山域において神奈川県漁船が操業し、三崎漁港より出荷した漁獲量については、昨年度以前の資源評価でも把握し、資源量推定に含んでいた。

千葉県～鹿児島県の主要港の水揚量や卸売市場の取扱量、大臣許可漁業については漁獲成績報告書、主要港の水揚量、太平洋広域漁業調整委員会承認漁業においては広域漁業調整委員会に報告された漁獲量を集計し、総漁獲量を把握した（図 3-1、表 3-1）。2023 年の全体の漁獲量は 5,246 トンであり、そのうち、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域（一都三県）および四国沖南方の海山域が 4,360 トン、和歌山県、徳島県、高知県が 49 トン、南西諸島周辺海域（鹿児島県、東シナ海区）が 173 トンであった。沖合底びき網漁業は、太平洋中区南区において、2013 年以降増加傾向で、2023 年は 627 トンと総漁獲量の 1 割を超える規模となった。太平洋北区は 0～21 トンで推移している。現時点で資源評価の対象としている、1998 年以降の一都三県と海域について、地区別、漁法別漁獲量を記載した（表 3-2）。なお、表 3-1、3-2 において、四国沖南方の海山域において神奈川県漁船が操業し、高知市地方卸売市場より出荷した漁獲量は神奈川県、神奈川県底立てはえ縄に追加し、太平洋広域漁業調整委員会承認漁業の漁獲量は、太平洋中南部（底刺し網）にそれぞれ記載した。

1998 年以降の一都三県の 10 ヲ所（千葉県：銚子・勝浦・富浦・勝山、東京都：大島・神津島・八丈島、神奈川県：三崎、静岡県：下田（底立てはえ縄）・伊豆半島東岸地区）の水揚港について、漁業種類別、操業海域別に計 13 の漁獲物の体長組成や銘柄組成、年齢査定を含む生物測定データ、漁獲量を収集した。これらの情報により水揚港、漁法、操業海域ごとに年齢別漁獲尾数を求め合算し、海域全体の年齢別漁獲尾数を推定した（図 3-2、補足表 2-4）。若齢（2～3 歳）の漁獲尾数は少なく、4～10 歳が漁獲の中心であった。なお、千葉県、神奈川県の沿岸部の漁獲物は銘柄別漁獲量情報をもとに、年齢分解を行った。

太平洋中区における遊漁による採捕量は、1992 年は 129 トン、2002 年は 516 トン、2008 年は 113 トン、そのうち一都三県での採捕量は、2002 年は 503 トン、2008 年は 102 トンと農林水産省（農林水産省統計情報部 1993、農林水産省統計部 2003）および政府統計ポータルサイト（<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&tstat=000001031445&cycle=8&year=20081&month=0&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447&tclass3val=0>、2024 年 7 月 9 日閲覧）に報告がなされている。尾崎（2024）によると、近年では、2021～2022 年の情報より 1 年間の遊漁採捕量は少なくとも 179.9 トンと推定している。ただし、経年的な変化の把握には至っていないため、本系群の資源評価においては遊漁による採捕の影響は考慮していない。

(3) 漁獲努力量

一都三県の主要港にキンメダイの漁獲があった 1 日 1 隻あたりの水揚回数を努力量とし、経年変化を図 3-3 に示す。多くの地区で 2018 年以降減少傾向にある。なお、自主的管理措置により、針数や操業時間の削減措置が実施されていることから、長期の比較においては、努力量として 1 日 1 隻あたりを用いることが適切か否か、引き続き検討が必要である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

長寿命であること、卓越年級群が発生することなどの資源特性を踏まえ、コホート解析 (VPA) (Pope 1972、米沢ほか 2011) により資源量を推定し資源評価を行った (補足資料 1、2)。3 (2) で示した。今年度より新たに把握した、四国沖南方の海山域において神奈川県漁船が操業し、高知市地方卸売市場より出荷した漁獲量と、太平洋広域漁業調整委員会承認漁業として操業される底刺し網での漁獲量を含めた、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域および四国沖南方の海山域の漁獲量情報をもとに資源評価を行った。2000 年以降、0~279 トン、2023 年は 172 トンの漁獲量が加算された。漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データは一都三県においては 1990 年代後半から利用可能であるが、それ以外の県では、高知県において長期的な漁獲物の体長組成の把握が行なわれているのみで、多くは漁獲量の把握にとどまる。また、標識放流結果より関東沿岸から高知沖や南西諸島海域への長距離の移動は短期間に起こるものではないと考えられる。本系群の資源評価では、我が国最大の漁場であり、漁獲物組成と年齢査定を含む生物測定データが長期間蓄積されている関東沿岸から伊豆諸島周辺海域および四国沖南方の海山域を対象として、1 日 1 隻あたり漁獲量 (kg/日・隻) を資源量指標値としたチューニング VPA を実施し、海域外への移出入は考慮せず、海域内での資源の持続的利用方策、有効利用方策について検討した。今年度資源評価で直接資源量推定に用いていない、太平洋中南部の沖合底びき網漁業、高知県、鹿児島県の漁獲物組成などの情報は、補足資料として取りまとめた (補足資料 9、10、11)。なお、これらの海域、漁業についても、本調査事業により漁獲物組成や年齢査定を含む生物測定データなどが蓄積されれば、海域ごとに年齢構造の把握、資源量、親魚量の推定を実施し、系群全体の資源管理方策の提案につなげることが望ましい。

今年度資源評価では、千葉県船が操業する 2 地区 (銚子、勝浦)、東京都船が操業する 3 地区 (神津島、三宅島、八丈島)、静岡県船が操業する 3 地区 (伊東、稲取、御前崎)、神奈川県船 (三崎) と千葉県船 (館山) が入会で操業する東京湾口部のそれぞれの海域、計 9 地区 (うち東京湾口部は 2 海域) について標準化 CPUE (御前崎は樽流し漁業、それ以外の地区は立て縄漁業を対象) を算出した。海洋環境の影響が考慮できていると考えられる 8 地区は標準化 CPUE を、チューニング VPA の指標として用いた。なお、八丈島の標準化の結果では、他地区より広域な漁場の海洋環境の違いを表現する方法に検討の余地が残るため、ノミナル CPUE をチューニング VPA の指標として用いた (補足資料 7)。また、下田は操業海域情報の整理が不十分であること、当該地区の主な操業海域が稲取と入会であり、稲取の指標により一定程度補完されていると考えられることから、チューニング VPA の指標として用いなかった。

(2) 資源量指標値の推移

一都三県の 9 地区 (うち東京湾口部は 2 海域) における標準化 CPUE とノミナル CPUE の推移を比較すると、銚子、勝浦、御前崎では 2015 年以降増加傾向にあり、2023 年は過去最高値を更新したのに対し、東京湾口部、伊東などでは、2000 年代と比較して低い値、稲取、神津島、三宅島では 2000 年代と同程度であった (図 4-1)。また、年ごとに標準化 CPUE とノミナル CPUE を比較すると、伊東、稲取において 2004~2005 年、また、2018 年

以降は標準化 CPUE の方が高い傾向が見られた。これらの期間は気象庁ホームページで示された黒潮大蛇行の発生と一致し（https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b_2/kuroshio_stream/kuroshio_stream.html、2024 年 7 月 8 日閲覧）、海洋環境の要因を除去していないノミナル CPUE では、近年の資源状態を過小評価する可能性があることが示唆された（図 4-1、補足資料 7、補足表 7-2、7-3）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は 2000 年代前半まで 4 万トン台で横ばいであったが 2010 年代前半に減少傾向となり、2010 年代後半から上昇に転じ、2015 年以降横ばい傾向で、2023 年は 37.0 千トンであった（図 4-2、表 4-1、補足表 2-4）。加入量は 2 歳資源尾数で、親魚量は年齢別資源量に年齢別成熟率（図 2-3）を乗じた年齢別親魚量の合計値である。親魚量は 2000 年代前半まで 3 万トン台で横ばいであったが、2016 年に 22.9 千トンまで減少した後、増加傾向となり 2023 年は 29.9 千トンであった（図 4-2、表 4-1）。一方、加入量は 2005 年以降減少傾向であったが、2015 年以降に一時的に増加し 1,000 万尾を上回ったが、その後減少傾向で 2023 年は 690 万尾となった（図 4-3、表 4-1）。自然死亡係数の値を $\pm 50\%$ 変化させた場合の資源量と親魚量および加入量の感度解析を行ったところ、2023 年推定値で資源量では 83~124%、親魚量では 84~123%、加入量で 77~135%の変化となったが、増減傾向が大きく変化することはなかった（図 4-4）。

年齢別漁獲係数は、2 歳が平均 0.03、5 歳までは年齢に伴い上昇し 6 歳以上は 0.12~0.4 程度で推移しており、成熟後の 6 歳魚以上を中心に漁獲しているものと考えられた。漁獲係数（F）の全年齢の平均値は 0.13~0.24 の範囲で推移し、2023 年は 0.14 であった（図 4-5、補足表 2-4）。漁獲割合は 11~18%の範囲で推移し、2019~2023 年は 11~12%であった（図 4-6、表 4-1）。

関東周辺から伊豆諸島周辺海域の漁業は立て縄や底立てはえ縄など釣漁業が主体であり、漁獲係数、漁獲割合は 2010~2018 年で横ばい傾向であるが、2019 年以降減少傾向にあった（表 4-1、補足表 2-4）。この減少は、休漁などの自主的管理措置の実施、黒潮大蛇行などの環境要因による操業効率の低下などが要因として推察された。令和 4（2022）年度評価において、現状の漁獲圧を、黒潮非大蛇行期や、新型コロナウイルスの影響前の期間も参照した 2016~2021 年の 6 年間の F の平均値を F（2016-2021）と定義した。昨年度評価では、黒潮大蛇行期間が継続している点、努力量も経年的に減少傾向が継続している点も考慮し（図 3-3）、現状の漁獲圧は、直近 3 年間の平均値に変更を行った。今年度も昨年度と同様の考えで、現状の漁獲圧は、直近の 3 年間（2021~2023 年）の F の平均値 F（2021-2023）とした。

(4) 加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量当たり親魚量（SPR）および現状の漁獲圧

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量（SPR）を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-7 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合（%SPR）の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。2019 年以降、%SPR は増加傾向にあり、2023 年は 28%となった。現状の漁獲圧とした直近 3 年間（2021~2023 年）の F の平均値から %SPR

を算出すると 29%となった。

Fmsy に対する YPR と%SPR の関係を図 4-8 に示す。このとき F の選択率としては令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた値 (亘ほか 2022) を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は%SPR に換算すると 22% に相当する。Fmsy は、現状の漁獲圧 (F2021-2023)、F30%SPR を上回った。

(5) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-9 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはホッカー・スティック (HS) 型再生産関係式を用いることが提案されている (亘ほか 2022)。再生産関係のパラメータ推定に使用されたデータは、令和 4 (2022) 年度の資源評価 (亘ほか 2022) に基づき 1998~2018 年の親魚量、2000~2020 年の加入量であり、最適化方法には最小二乗法が用いられている。加入量の残差の自己相関は考慮されていない。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

令和 4 年 9 月に公開された管理基準値等に関する研究機関会議資料 (亘ほか 2023) で示された現在 (1998 年以降) の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量 (SBmsy)、および SBmsy を維持する漁獲圧 F (Fmsy) を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを図 4-10 に示す。本系群における 2023 年の親魚量は SBmsy を上回る。2023 年の親魚量は SBmsy の 1.23 倍である。また、2023 年の漁獲圧は、Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.76 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比 (F/Fmsy) とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間 (2019~2023 年) の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 2014~2018 年には SBmsy を下回っていたが、2019 年から漁獲圧が Fmsy 以下に減少しており、2019 年以降の親魚量は SBmsy を上る水準に維持、回復している。

5. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は 37.0 千トン、親魚量は 29.9 千トン、加入量は 690 万尾と推定された。2023 年の親魚量は、MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を上回った。コホート解析の結果から、本系群に対する漁獲圧は長期的に低下傾向にあり、近年の 2 歳資源尾数の不確実性は高いが、若齢魚に対する漁獲圧は低い水準にあると考えられる。2015 年以降、資源量、親魚量は増加、加入量は一時的に増加した後、減少傾向にある。2019 年以降は漁獲圧が SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) 以下に減少しており、低い漁獲圧による漁業を継続することで親魚量を維持することができると推察される。

6. その他

(1) 加入あたり漁獲量（最適な漁獲圧と年齢の関係）

加入あたり漁獲量の観点で資源状態を見ると、現状の F は F_{max} を下回っているが、漁獲圧を増大させても YPR がほぼ頭打ちとなっているため、漁獲量の更なる増加は期待できない（図 4-8）。一方、YPR を年齢群別に分析すると、漁獲圧の変化により年齢群別の期待漁獲量は増減する（図 4-11）。6 歳以下は現状でも漁獲圧が低いことから、現状の選択率かつ、現実的な漁獲圧の変化の範囲で YPR の最大化は困難である。YPR を年齢群別ごとに分けた場合、各年齢群の漁獲量を最大化する漁獲圧は、7～9 歳は現状の 1.6 倍、10～12 歳は現状の 0.9 倍、13～14 歳は現状の 0.7 倍、15 歳以上では現状の 0.4 倍となった。漁獲圧の削減による若齢魚の獲り残しが高齢魚の漁獲量の増加につながる。本系群の資源評価で用いた解析手法は空間分布を明示的に考慮したものではないが、漁業実態として、小～中型魚は関東沿岸で主に漁獲され、中～大型は伊豆諸島で主に漁獲される年齢構成は考慮している。そのため、各漁場による漁獲量最大化の観点で、最適な漁獲圧は異なることを示している。

(2) 引き続き検討すべき課題

本系群の資源評価では、平成 28 年度に資源評価対象種となって以降チューニング指標の検討、年齢組成の検討を進めるとともに、CPUE の標準化を実施し資源評価に実装してきた。今年度は、昨年度取り纏めた将来的な課題のうち「情報収集体制の検討」に向けて、資源評価の対象としていない漁業、海域についても補足資料として情報を取りまとめた。食害の影響、遊漁の影響などについても、複数の報告書が参画機関より執筆されている。今後の資源評価のさらなる高度化に向け、資源評価参画機関で議論した課題の進捗について補足資料として整理した（補足資料 12）。

7. 引用文献

- 秋元清治 (2007) 伊豆諸島周辺海域におけるキンメダイの年齢と成長. 神奈川水技報, **2**, 13-19.
- 秋元清治・瀬崎啓次郎・三谷 勇・渡部終五 (2005) ミトコンドリア 16S rRNA 遺伝子判別法によるキンメダイ卵および仔魚の同定と伊豆諸島周辺海域における分布様式. 日水誌, **71**, 205-211.
- 林 公義 (2013) キンメダイ科. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」中坊徹次編, 東海大学出版会, 東京, 577-578.
- 堀井善弘 (2011) 八丈島周辺海域におけるサメ類と鯨類による食害の現状把握. 日水誌, **77**, 123.
- 池田郁夫 (1980) 海山、バンクの底魚資源. 「底魚資源」青山恒雄編, 恒星社厚生閣, 東京, 331-342.
- 久保島康子 (1999) 伊豆諸島海域における資源減少期のキンメダイ *Beryx splendens* の成熟 (1). 神水総研研報, **4**, 37-41.
- 増沢 寿・倉田洋二・大西慶一 (1975) 「キンメダイその他底魚類の資源生態」. 日本水産資源保護協会, 東京, 71 pp.

- 明神寿彦・浦 吉徳 (2003) 高知県産キンメダイの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **4**, 11-17.
- 農林水産省統計情報部 (1993) 遊漁採捕量調査報告書. 112 pp.
- 農林水産省統計部 (2003) 平成 14 年遊漁採捕量調査報告書. 72 pp.
- 落合 明・田中 克 (1998) 「新版魚類学 (下) 改訂版」. 恒星社厚生閣, 東京, 1139 pp.
- 大泉 宏 (2011). 八丈島周辺海域のサメ類と鯨類による食害被害軽減に向けた基礎調査. 日水誌, **77**, 124.
- 大西慶一 (1985) キンメダイの資源補給に関する研究 (2). 静岡県水産試験場伊豆分場だより, **219**, 6-8.
- 尾崎真澄 (2024) WEB 情報を利用したキンメダイの遊漁船による採捕量の推定. 黒潮の資源海洋研究, **25**, 129-134.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., **9**, 65-74.
- 芝田健二 (1985) 房総海域におけるキンメダイについて-2-成熟と性比. 千葉水試研報, **43**, 3-9.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, **44**, 1-46.
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf
- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2023) 令和 4(2023) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 50pp.
https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf
- 亘 真吾・時岡 駿・田中寛繁・古市 生 (2024) キンメダイ太平洋系群の資源評価の情勢と東北沖での稚魚採捕状況. 東北底魚研究, **44**, (印刷中)
- 米沢純爾・小埜田明・橋本 浩・鈴木達也・岡部 久・飯沼紀雄・林 芳弘・阪地英男 (2011) 漁獲量, CPUE, 尾叉長組成からみた日本近海におけるキンメダイの資源動向. 黒潮の資源海洋研究, **12**, 9-97.

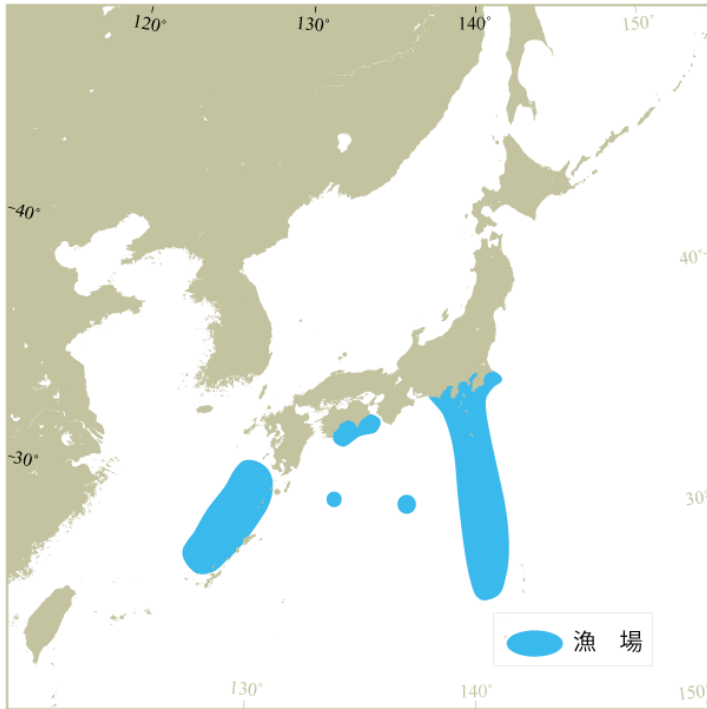


図 2-1. キンメダイ太平洋系群の主要漁場

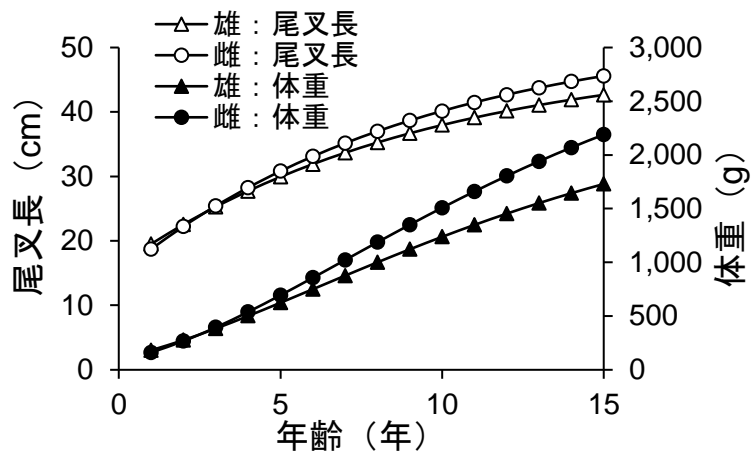


図 2-2. 年齢と成長

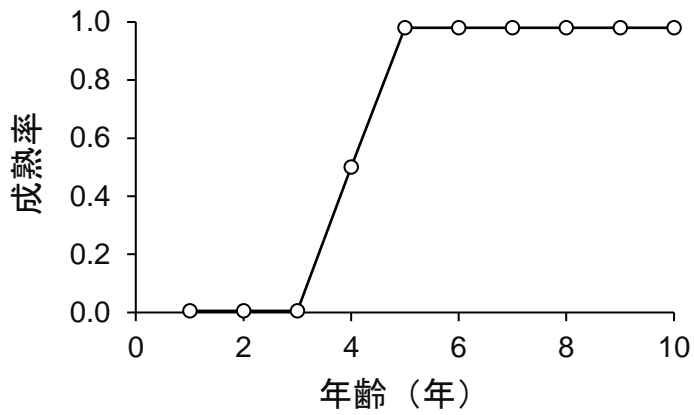


図 2-3. 年齢別成熟率

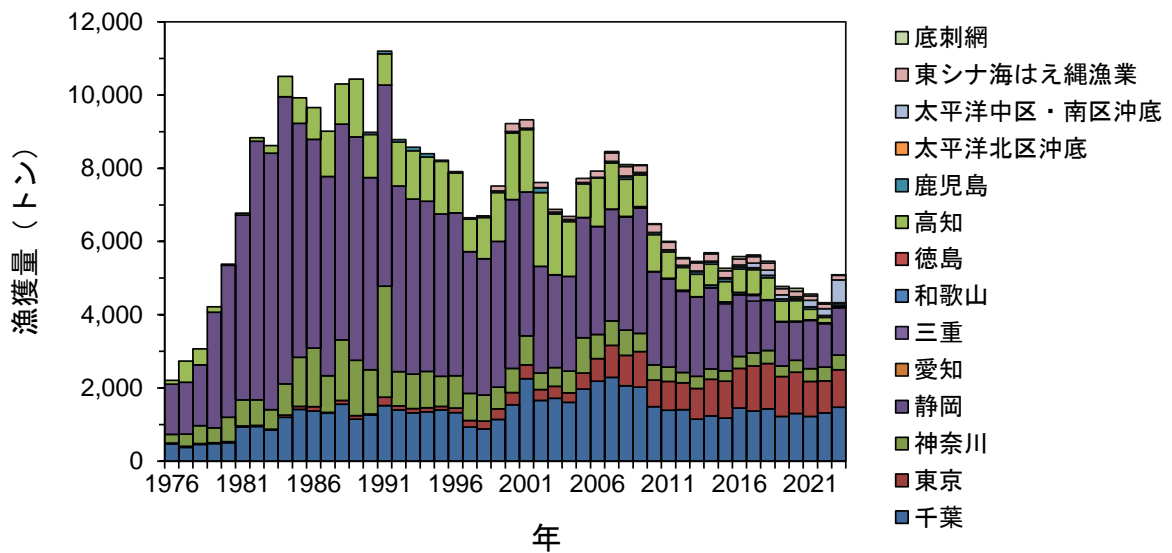


図 3-1. 漁獲量の推移

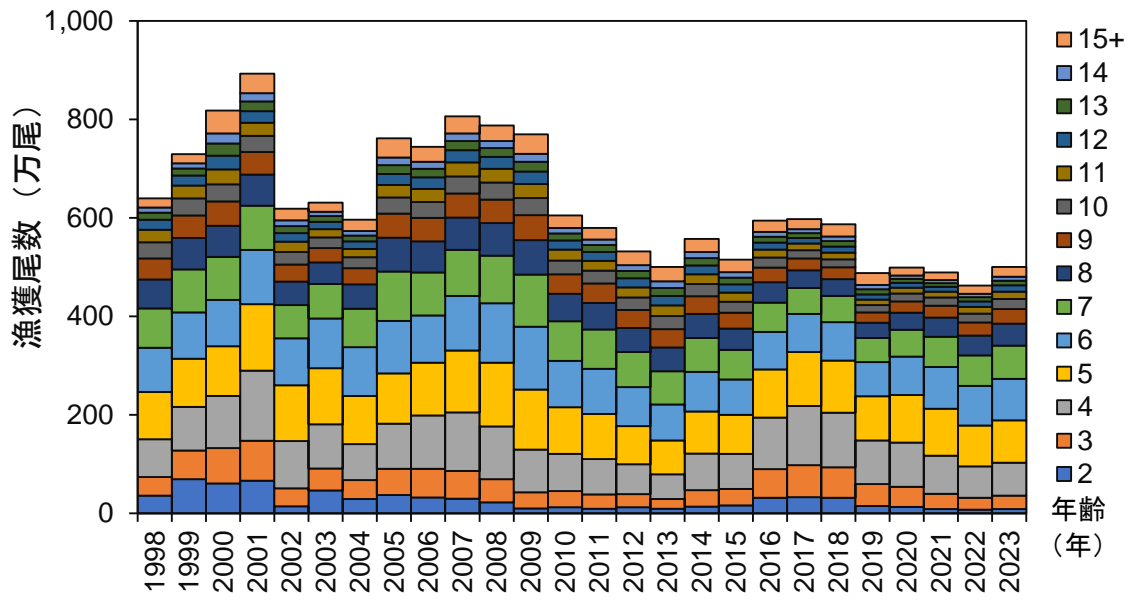


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

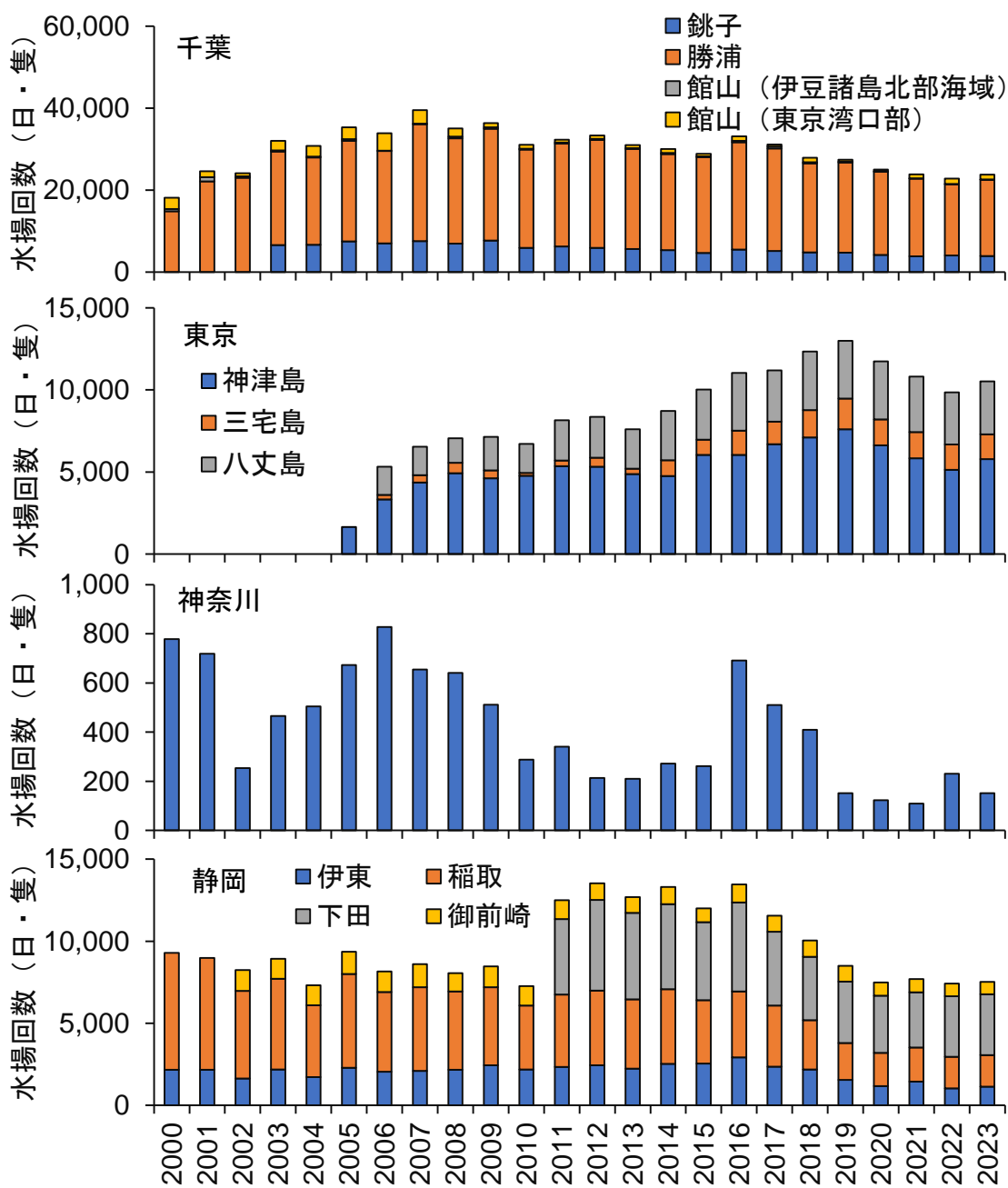


図 3-3. 一都三県の主要港の立て縄漁業の努力量（1日1隻当たりの水揚回数）の推移
 一部暫定値や未集計期間を含む。千葉県勝浦は漁期年（前年10月～当年6月までの集計値）。静岡県御前崎は樽流し漁業の努力量を示す。神奈川県は三崎地区の立て縄船の水揚回数を集計。

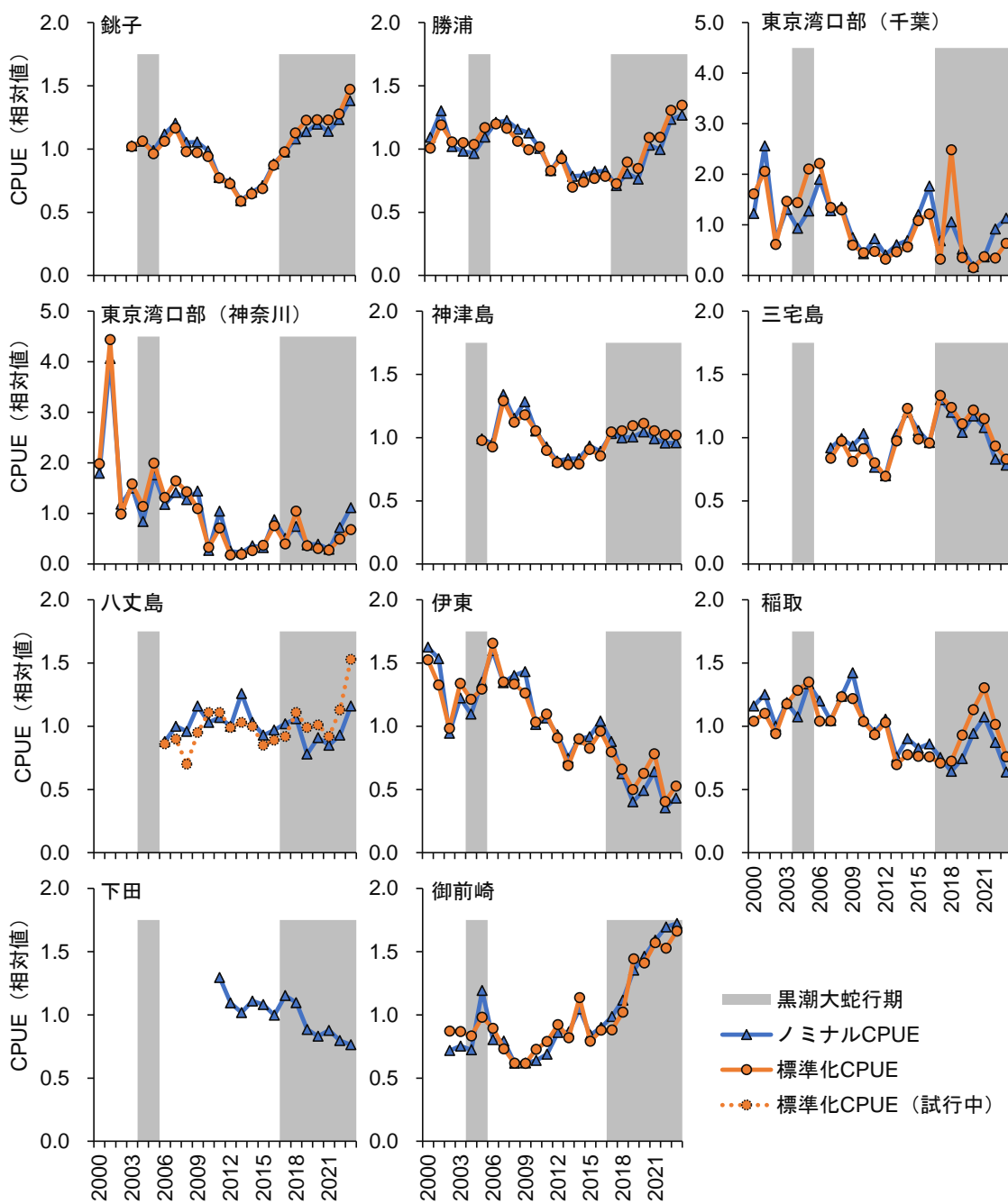


図 4-1. 銚子、勝浦、東京湾口部（千葉）、東京湾口部（神奈川）、神津島、三宅島、八丈島、伊東、稲取、下田における立て縄漁業と御前崎における樽流し漁業の標準化 CPUE とノミナル CPUE（全期間の平均値で除した相対値）。灰色は黒潮大蛇行期を含む年を示す。

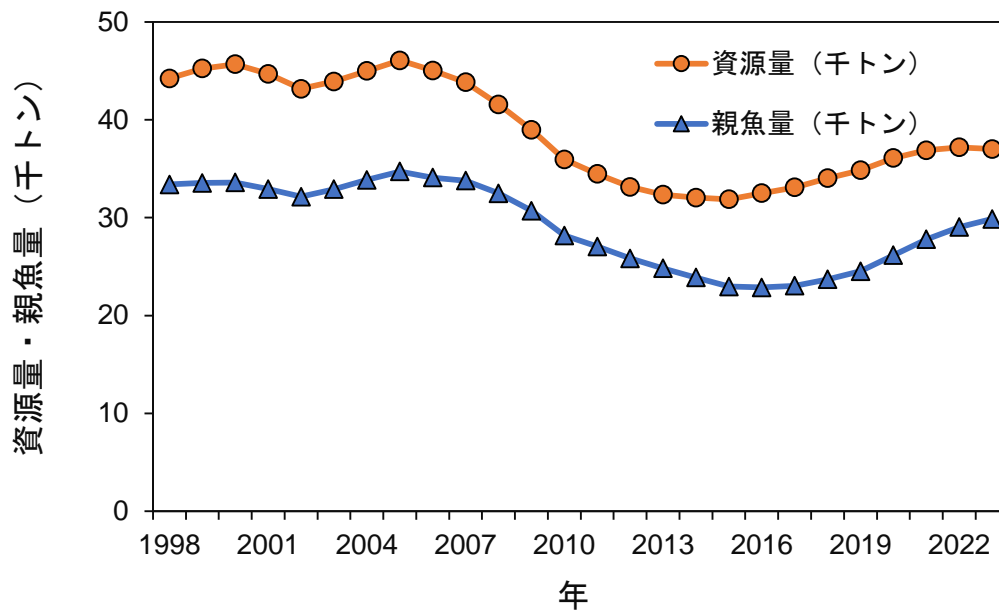


図 4-2. 資源量と親魚量の経年変化

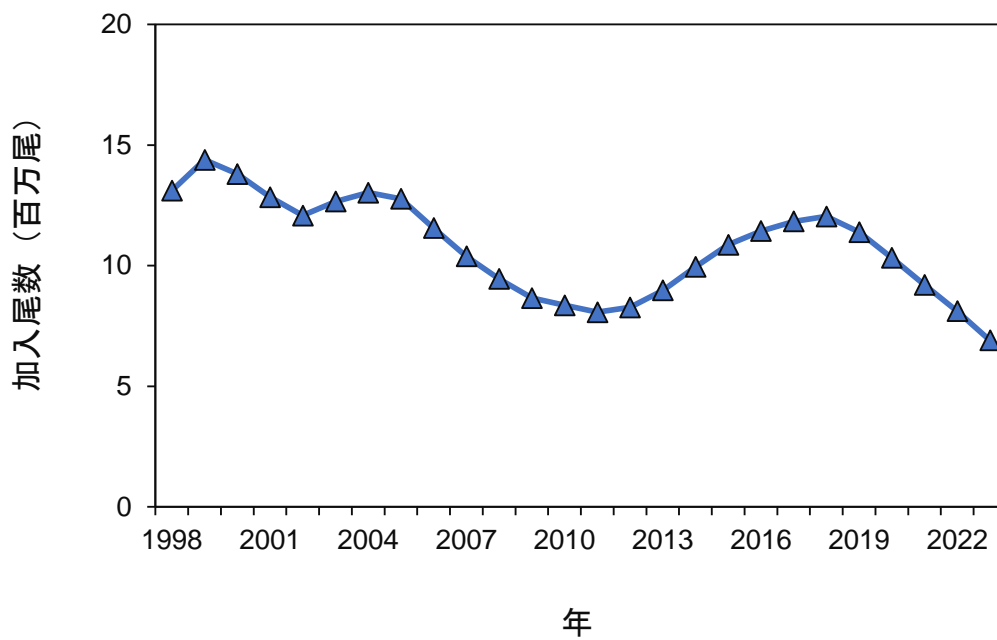


図 4-3. 加入量の経年変化

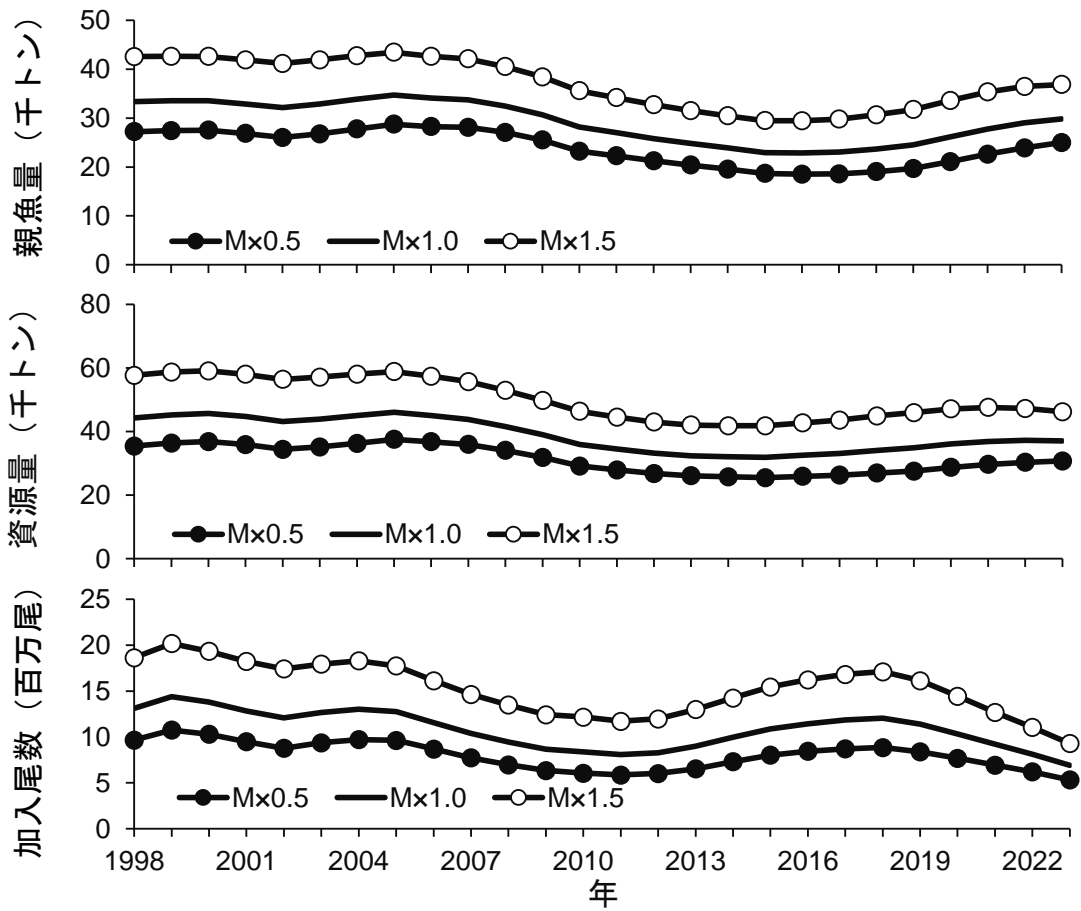


図 4-4. 自然死亡係数 M を変化させた場合の親魚量、資源量、および加入量

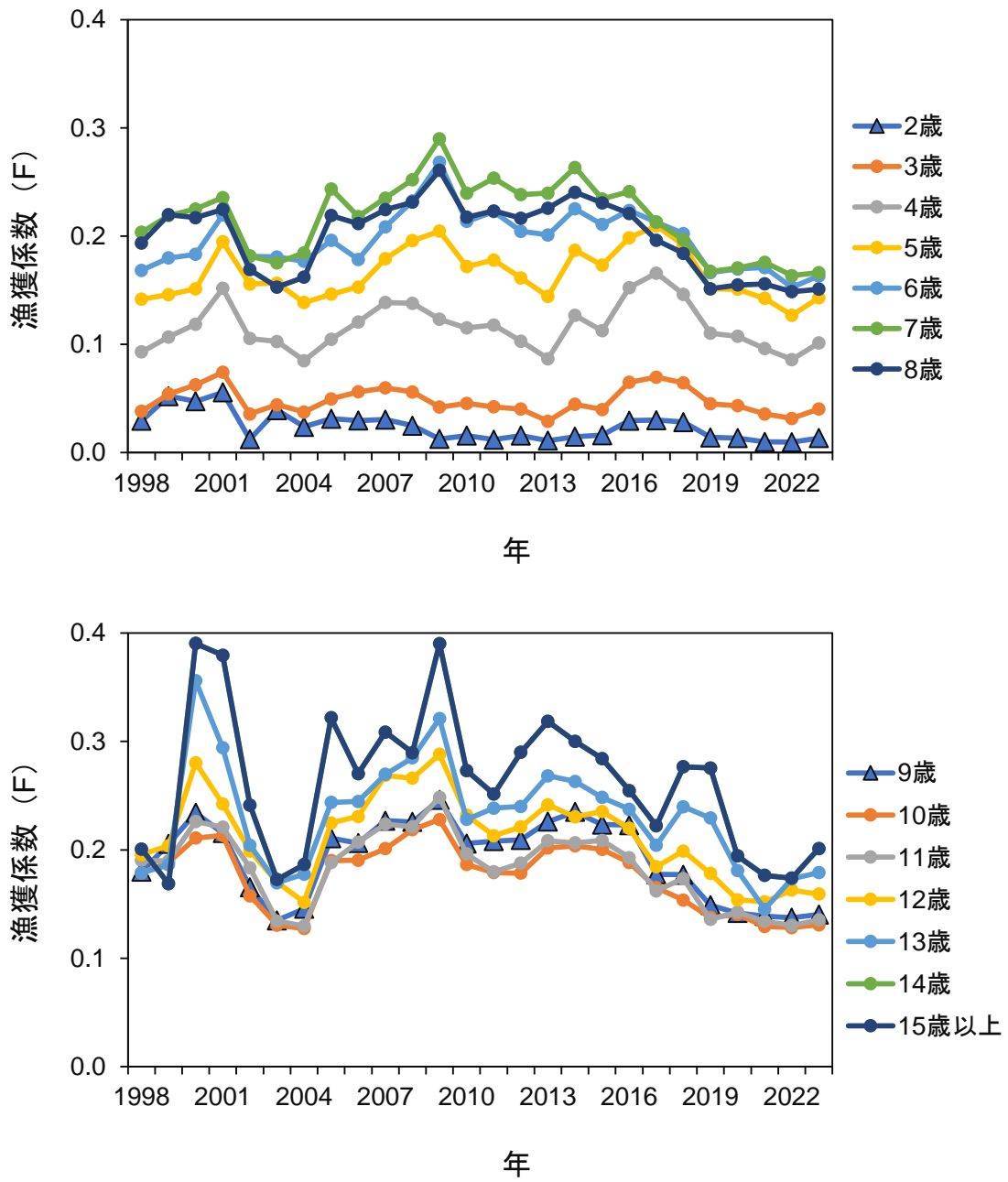


図 4-5. 年齢別漁獲係数 F の推移 (上図 2~8 歳、下図 9~15 歳以上)

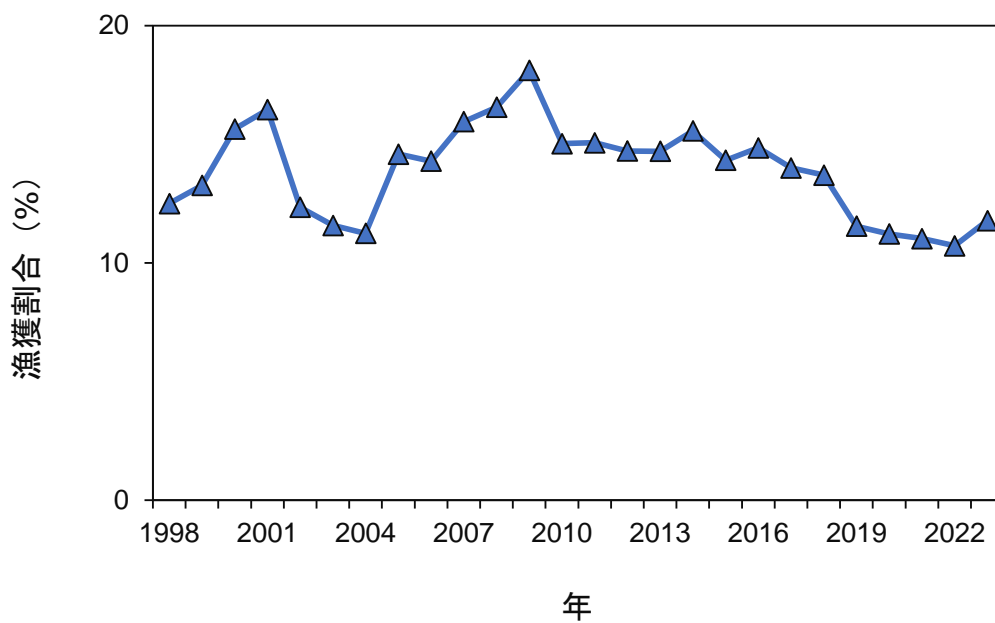


図 4-6. 漁獲割合の推移

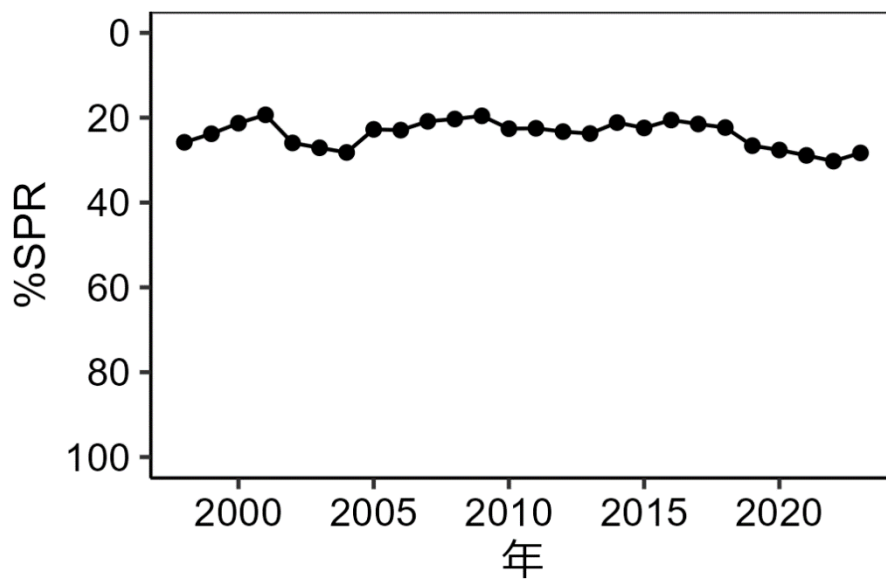


図 4-7. %SPR の推移

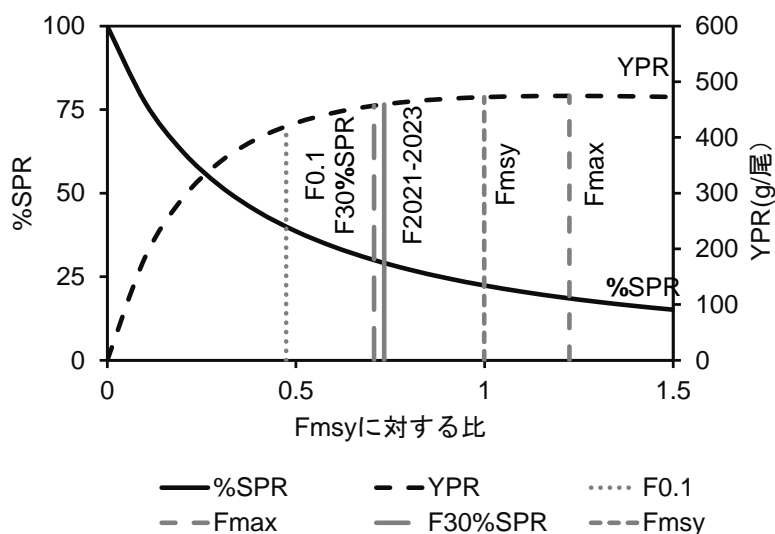


図 4-8. Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

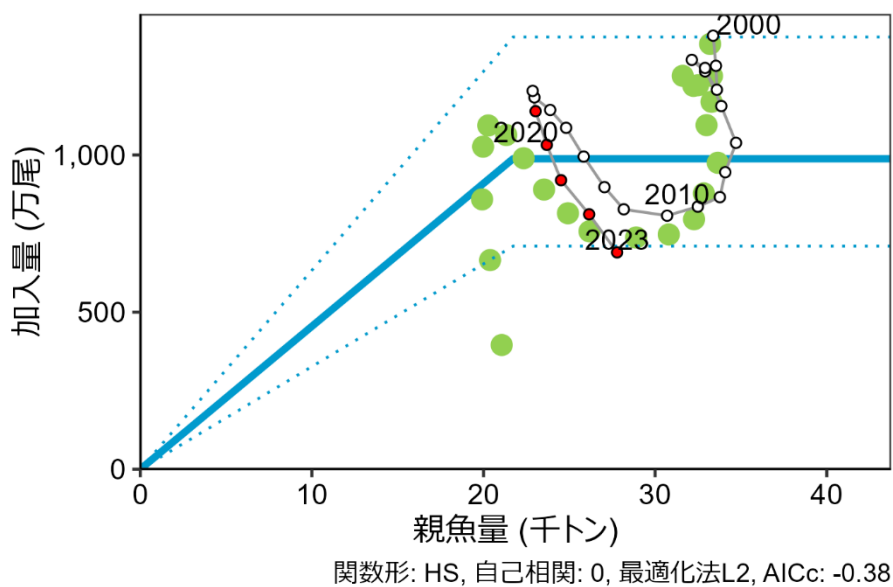


図 4-9. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮しないホッカー・スティック（HS）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 4 年度評価時の 1998～2019 年の親魚量と 2000～2021 年の加入量（2 歳時点）を示す。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。白丸印は本年度評価における 1998～2016 年の親魚量と 2000～2018 年の加入量（2 歳時点）を示す。赤丸印は直近 5 年間（2017～2021 年の親魚量と 2019～2023 年の加入量）を示す。

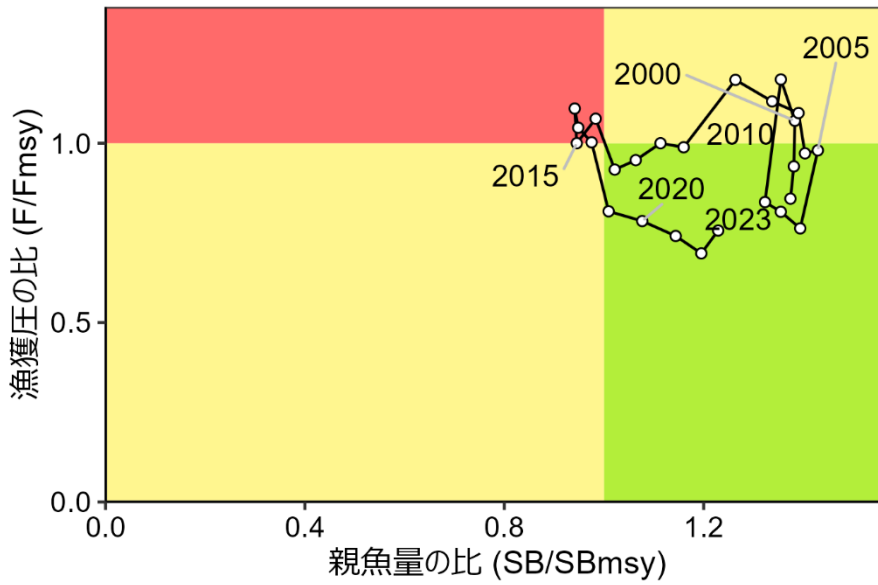


図 4-10. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

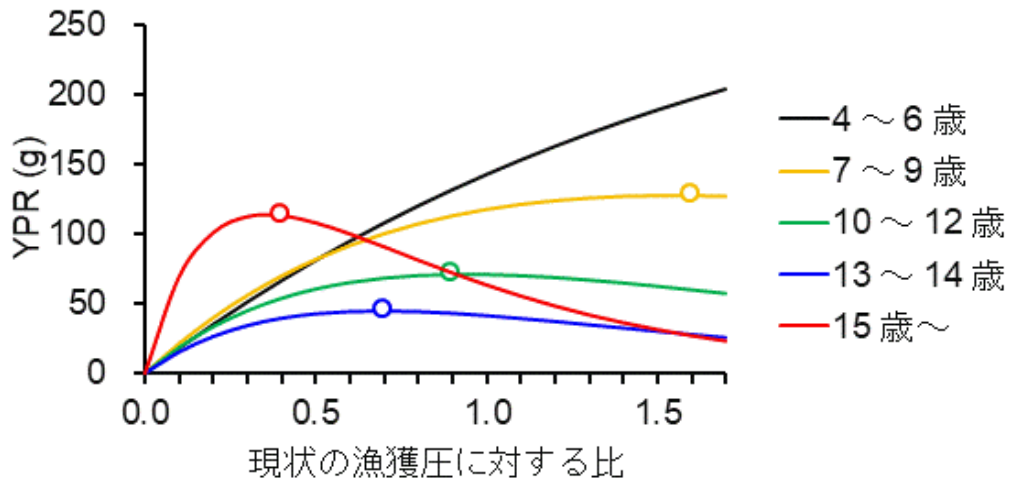


図 4-11. 年齢群別の漁獲圧 (F2021-2023) に対する YPR の関係
丸は各年齢群で YPR が最大となる現状の漁獲圧に対する比を示す。

表 3-1. 各都県、海域での統計資料、主要港での水揚量、漁獲成績報告書、広域漁業調整委員会資料により算出したキンメダイの漁獲量（トン）の推移

年	千葉	東京	神奈川	静岡	愛知	三重	和歌山	徳島	高知	鹿児島	太平洋 北区 (沖底)	太平洋 中区・ 南区(沖底)	東シナ海区 (東シナ海 はえ縄漁業)	太平洋 中南部 (底刺し網)	合計
1976	471	25	233	1,378					98					2,205	
1977	374	34	334	1,414					575					2,731	
1978	455	28	484	1,660					440					3,067	
1979	479	27	407	3,155					147					4,215	
1980	500	34	664	4,155					28					5,381	
1981	933	26	717	5,047					49					6,772	
1982	950	30	693	7,067					97					8,837	
1983	848	24	536	7,007					205					8,620	
1984	1,202	54	856	7,844					559					10,515	
1985	1,418	81	1,342	6,388					695					9,924	
1986	1,369	121	1,603	5,697					869					9,659	
1987	1,308	26	1,003	5,442					1,232					9,011	
1988	1,557	104	1,649	5,898					1,099					10,307	
1989	1,146	98	1,512	6,099					1,582					10,437	
1990	1,257	30	1,207	5,250					1,179	58				8,981	
1991	1,521	225	3,032	5,493					853	73				11,198	
1992	1,400	109	936	5,068					1,205	64				8,782	
1993	1,321	117	937	4,783					1,325	91				8,575	
1994	1,348	113	990	4,652					1,206	91				8,400	
1995	1,400	99	817	4,433					1,442	34				8,224	
1996	1,324	127	881	4,448					1,093	35				7,907	
1997	936	173	740	3,874					892	24	8			6,646	

「0」は四捨五入して1トンに満たない、「空欄」は未集計または記録なし、「-」は漁獲実績がないことを示す

表 3-1. (続き)

年	千葉	東京	神奈川	静岡	愛知	三重	和歌山	徳島	高知	鹿児島	太平洋 北区 (沖底)	太平洋 中区・ 南区(沖底)	東シナ海区 (東シナ海 はえ縄漁業)	太平洋 中南部 (底刺し網)	合計
1998	882	215	708	3,724					1,125	37	2				6,694
1999	1,141	285	597	3,978					1,336	42	2		134		7,515
2000	1,537	338	658	4,613					1,816	44	3		209		9,219
2001	2,252	381	795	3,930					1,707	34	4		230		9,333
2002	1,656	298	459	2,916				-	2,011	125	9		142		7,616
2003	1,722	321	514	2,529				6	1,661	47	8		74		6,882
2004	1,604	264	609	2,582				-	1,502	45	11		85		6,702
2005	1,972	439	1,024	3,283				-	0	915	34		113		7,785
2006	2,187	612	681	2,953				-	1	1,324	12		176		7,950
2007	2,291	872	747	3,048				9	1	1,258	25		232	36	8,540
2008	2,060	832	838	3,104				2	1	1,020	68		262	51	8,254
2009	2,022	968	623	3,431				31	0	869	60		192	17	8,222
2010	1,492	720	625	2,548				3	0	1,004	60		219	18	6,690
2011	1,392	788	582	2,403				15	0	721	61		204	27	6,194
2012	1,410	734	496	2,217	1	5	18	1	624	56	1		187	22	5,773
2013	1,144	838	571	2,168	0	3	-	2	613	78	2	14	221	35	5,689
2014	1,236	998	515	2,209	0	12	68	2	570	60	0	19	200	29	5,918
2015	1,177	1,011	467	1,839	0	34	12	2	552	79	1	22	191	73	5,460
2016	1,453	1,083	540	1,687	0	4	54	1	636	65	1	50	162	64	5,801
2017	1,368	1,230	574	1,415	0	151	27	1	676	55	2	121	177	46	5,844
2018	1,429	1,234	571	1,375	0	6	7	2	594	67	2	146	187	52	5,671
2019	1,219	1,093	444	1,210	0	6	-	2	558	53	0	115	167	60	4,927
2020	1,306	1,123	482	1,051	7	8	-	1	564	48	1	57	142	87	4,876
2021	1,220	961	512	1,321	1	11	-	0	295	57	6	175	119	52	4,730
2022	1,315	880	573	1,183	13	10	-	1	149	48	2	184	131	35	4,525
2023	1,470	1,023	557	1,290	14	12	-	2	47	52	10	627	121	20	5,246

千葉県の2006年までは関東農政事務所による千葉県の属人統計、2007年以降は主要3港における水揚量。

神奈川県の2006年までは関東農政事務所による神奈川県の属人統計、2007年以降は三崎魚市場、松輪地区、真鶴地区における水揚量。2000年以降は同県船の高知市地方卸売市場出荷分の合計値。

静岡県の2001年までは属人統計、2002~2006年は県属人統計と県外籍底立延縄船漁獲量の和、2007年以降は主要港における水揚量。

愛知県は主要2港における水揚量。

三重県は主要港における水揚量。

徳島県はキンメダイ類を含む水揚げ量。

高知県は1977~1988年は主要3港、1989~2003年は主要4港、2004~2009年は主要5港、2010年以降は県漁協全体における水揚量。

鹿児島県は鹿児島魚市水揚量で、他県船出荷量を含む。

太平洋北区は沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書に記載されたキンメダイ類の水揚量。

太平洋中区・南区は愛知県、三重県における沖合底びき網漁業の水揚量集計、2013年は4~12月の水揚量。

太平洋中南部は太平洋広域漁業調整委員会承認漁業(底刺し網)での報告値。

東シナ海区はえ縄漁業は1999~2020年は長崎魚市での水揚量。2023年以降は漁獲成績報告書報告値。

「0」は四捨五入して1トンに満たない、「空欄」は未集計または記録なし、「-」は漁獲実績がないことを示す

表 3-2. 千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、海域での地区別、漁法別の漁獲量（トン）の詳細

都・県・ 海域	千葉				東京				神奈川		静岡		太平洋 中南部
	銚子	勝浦	館山 (東京 湾口部)	館山 (伊豆諸 島北部 海域)	大島・利島・ 新島・式根島	神津島	三宅島 御蔵島	八丈島	底立て はえ縄	底立て たる流し	底立て はえ縄	底刺し網	
地区	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	立て縄	はえ縄	たる流し	はえ縄	底刺し網
1998	299	249	138	160	96	32	20	67	339	369	958	2,766	
1999	427	308	207	152	106	45	14	121	269	328	1,200	2,778	
2000	514	650	159	169	168	23	12	135	413	245	1,289	3,324	
2001	665	1,035	105	351	139	28	25	189	522	274	1,128	2,802	
2002	628	903	26	91	76	23	11	188	250	209	661	2,255	
2003	628	828	149	99	62	44	11	204	255	259	792	1,737	
2004	656	697	111	72	61	61	9	133	181	428	687	1,895	
2005	705	854	155	207	103	124	10	202	458	566	1,065	2,218	
2006	738	1,046	371	15	121	249	15	227	164	517	866	2,087	
2007	854	1,179	230	27	116	470	24	268	181	566	892	2,156	36
2008	695	1,106	144	124	119	434	36	242	290	548	930	2,174	51
2009	779	1,086	37	128	114	462	28	364	210	412	1,073	2,358	17
2010	576	840	19	88	63	385	11	261	103	522	484	2,064	18
2011	456	825	13	97	46	392	16	334	85	497	779	1,624	27
2012	412	892	23	83	34	374	21	341	55	441	691	1,526	22
2013	313	701	25	105	34	356	20	429	87	484	685	1,484	35
2014	344	725	35	133	33	479	61	425	75	440	791	1,418	29
2015	313	747	31	86	54	501	56	402	104	362	672	1,167	73
2016	469	781	92	111	67	470	75	471	165	376	725	962	64
2017	478	677	21	191	64	575	90	500	189	385	660	754	46
2018	492	790	50	97	34	572	104	525	154	417	580	794	52
2019	513	648	14	44	24	589	102	378	75	369	493	717	60
2020	469	816	3	18	61	539	97	427	68	414	444	607	87
2021	408	783	16	13	39	453	92	377	78	433	563	758	52
2022	477	768	68	2	25	378	66	411	84	490	477	705	35
2023	508	888	71	3	34	414	61	513	140	417	533	757	20

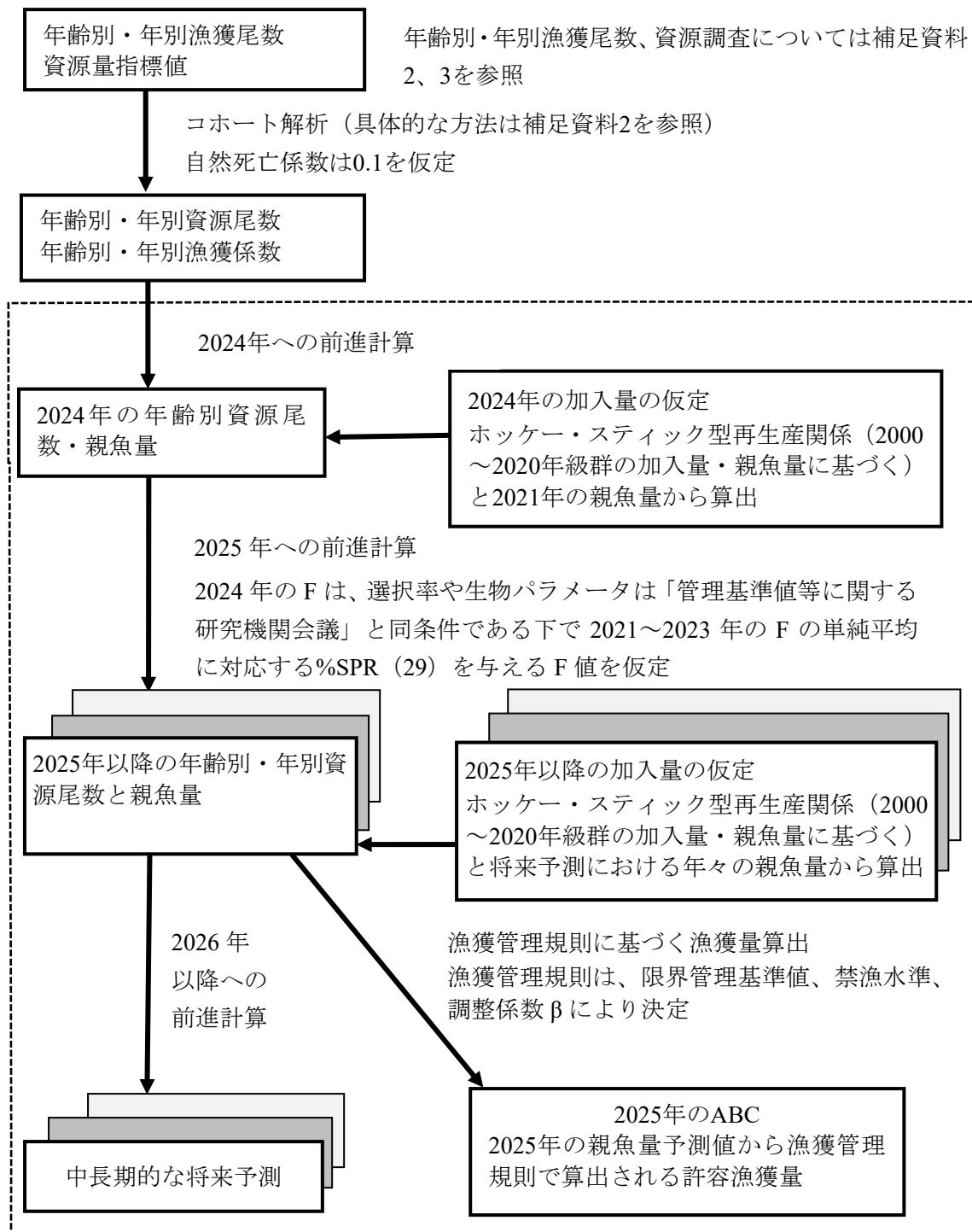
漁獲統計による集計値と主要港の集計値に差があるため、表 3-1 の県合計と一致しない年がある。

表 4-1. キンメダイ太平洋系群の関東沿岸から伊豆諸島海域および四国沖南方の海山域における資源解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲 割合 (%)	2歳加入 尾数 (百万尾)	%SPR	F/Fmsy
1998	5.5	44.2	33.4	13	14	25.8	0.85
1999	6.0	45.2	33.5	13	13	23.8	0.94
2000	7.1	45.7	33.6	16	12	21.3	1.06
2001	7.4	44.7	32.9	16	13	19.3	1.18
2002	5.3	43.2	32.1	12	13	26.0	0.84
2003	5.1	43.9	32.9	12	13	27.1	0.81
2004	5.1	45.0	33.9	11	12	28.2	0.76
2005	6.7	46.1	34.7	15	10	22.8	0.98
2006	6.4	45.0	34.1	14	9	22.9	0.97
2007	7.0	43.8	33.8	16	9	20.9	1.08
2008	6.9	41.6	32.5	17	8	20.3	1.12
2009	7.1	39.0	30.7	18	8	19.6	1.18
2010	5.4	35.9	28.2	15	8	22.6	0.99
2011	5.2	34.5	27.0	15	9	22.5	1.00
2012	4.9	33.1	25.8	15	10	23.3	0.95
2013	4.8	32.3	24.8	15	11	23.7	0.93
2014	5.0	32.0	23.9	16	11	21.2	1.07
2015	4.6	31.9	23.0	14	12	22.4	1.00
2016	4.8	32.5	22.9	15	12	20.6	1.10
2017	4.6	33.1	23.0	14	11	21.5	1.04
2018	4.7	34.0	23.7	14	10	22.3	1.00
2019	4.0	34.8	24.5	12	9	26.6	0.81
2020	4.0	36.1	26.2	11	8	27.6	0.78
2021	4.1	36.9	27.8	11	7	28.9	0.74
2022	4.0	37.2	29.0	11	—	30.3	0.69
2023	4.4	37.0	29.9	12	—	28.3	0.76

2歳加入尾数は、0歳時の年にずらして表示した。2022、2023年に発生した年級群は2024年時点ではまだ漁獲対象資源に加入していないため「—」で示す。

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

(http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html)

補足資料 2 計算方法

(1) 年齢別漁獲尾数

これまでの生物測定結果より、関東近海など沿岸部で採集された個体の最高年齢は 14 歳で 10 歳以下が大半を占める。一方、伊豆諸島南部など沖合部で捕獲された個体は 14 歳以上の個体も多く存在した。Age length key の作成に当たり沖合部の情報を沿岸部に当てはめると、沿岸部に高齢魚が多数存在することになり、調査で得られた実態と異なる。そこで Age length key は沿岸と沖合で 2 種類作成するとともに、水揚げ港ごと、漁法ごとに適用し、2 歳から 14 歳と 15 歳以上で構成される年齢別漁獲尾数を算出した（補足表 2-1）。千葉県で銘柄組成が得られる地区については、Age length key を年齢と銘柄の関係で集計した、Age 銘柄 key を使用した（補足表 2-2）。これらの銘柄は体重により 4~8 区分されているが、1 つの銘柄区分に複数の年齢群が含まれるため、年級群ごとに高い精度で年齢分解を実施するには限界があると考えられる。体長組成は、試験研究機関の担当者が月数回程度、水揚げ港で直接尾叉長を測定したもので、水揚げ港で取り扱った量のうち一部である。一方で銘柄組成は、水揚げ港で取り扱った量のうち、キズモノなど「その他」銘柄に区分されるものを除く全量を集計したものである。

年齢と体長、年齢と銘柄（体重）の関係は、複数年をまとめたものを使用し、毎年年齢査定情報を追加更新してきた。この情報の追加により年齢別平均体重や Age length key も毎年更新されるため、それによって年齢別漁獲尾数および漁獲量、コホート解析による親魚量や加入量の推定値が変化し、厳密には再生産関係も変化する。この変動を除く目的で、再生産関係が更新されるまでは、1998~2021 年の情報を用いた、令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」における平均体重（亘ほか 2022）および令和 4 年度の資源評価で用いた Age length key（亘ほか 2023）を継続して使用した。

なお、令和元（2020）年度評価までは、加入を 1 歳として、年齢別漁獲尾数を 1~14 歳と 15 歳以上をプラスグループとしていた。しかし、主漁獲対象サイズではなく、混獲に相当するものが資源評価に含まれる点について、漁業現場からも実態に即していないとの意見があった。その後の資源評価参画機関での協議と検討を経て、漁獲尾数の 1、2 歳に占める 1 歳の割合が年々低下していること、漁獲量全体に占める 1 歳の割合が 0.1%以下と小さいことを考慮し、令和 2 年（2021）年度の資源評価より、漁獲物の年齢構成を 2~14 歳と 15 歳以上で構成されるとしている。

年齢別漁獲尾数の算出は以下の手順に従った。このうち⑥の過程において 1 歳の尾数を除き、2 歳以上の年齢別漁獲尾数、計算漁獲量を使用した。

①	各地の銘柄組成、体長組成の整理集計
②	沿岸用と沖合用の Age length key、Age 銘柄 key で各年齢について体長階級別漁獲尾数、銘柄階級別漁獲尾数の割合を計算し、年齢別尾数割合にする
③	地区ごとに漁獲量と平均体重から総漁獲尾数を計算
④	地区ごとに年齢別漁獲尾数を計算
⑤	全地区を合計し年齢別漁獲尾数を算出
⑥	プラスグループの平均体重の設定などにより、⑤の年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を乗じて求めた漁獲量(計算漁獲量)は、表 4-1 に示す漁獲統計と厳密には一致しない。そのため、以下の式で年齢別漁獲尾数を補正 各年各年齢の漁獲尾数×表 4-1 の漁獲量÷計算漁獲量

(2) コホート解析

1998～2023 年までの 26 年間の 2～14 歳と 15 歳以上をプラスグループとした年別年齢別漁獲尾数を用い、コホート解析で資源量推定を行った (Pope 1972)。a 歳、y 年の年別年齢別の漁獲尾数 $C_{a,y}$ から資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a=2,\dots,13, y=1998,\dots,Y-1) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = \ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (y=1998,\dots,Y) \quad (2)$$

ここで、Y は最近年の 2023 年を示し、15 歳以上はプラスグループとし、14 歳と 15+歳の漁獲係数は等しいと仮定した。資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{14,y} = \frac{C_{14,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{14,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (3)$$

$$N_{15+,y} = \frac{C_{15+,y}}{C_{14,y} + C_{15+,y}} N_{15+,y+1} \exp(M) + C_{15+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y=1998,\dots,Y-1) \quad (4)$$

最近年 Y の資源尾数は、

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y}}{1 - \exp(-F_{a,Y})} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a=2,\dots,15+) \quad (5)$$

2023 (Y) 年の漁獲係数は CPUE を用いてチューニングを行い、14 歳と 15 歳以上の漁獲係数は等しく、2～14 歳の漁獲係数は過去 5 年の年齢別選択率 $S_{a,y}$ の平均に等しいとの条件で最適な F を推定した。

$$F_{a,y} = \frac{\frac{1}{5} \sum_{y=2018}^{Y-1} S_{a,y}}{\frac{1}{5} \sum_{y=2018}^{Y-1} S_{15+,y}} F_{15+,y} \quad (a=2, \dots, 14) \quad (6)$$

$$S_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{F_{15+,y}} \quad (7)$$

チューニングには補足資料 7 および標準化 CPUE に関する文書 (FRA-SA2024-SC08-02 ~-11) で示した地区 (i) 別の標準化 CPUE $u_{y,i}$ を使用した (補足表 7-2、7-3)。CPUE 標準化は、「地区」の効果を組み込み 1 つの CPUE として算出することも検討したが、点在する地区ごとの状況を説明しやすさも踏まえ地区別に実施した。八丈島の CPUE のみ一連の標準化のモデル選択において、AIC が最小から 2 以内に、年効果が選択されず、また海洋環境による漁獲効率への影響を十分に考慮できなかったことから、本解析ではノミナル CPUE を使用した。また、東京湾口部は神奈川県船と千葉県船の各操業海域の標準化 CPUE を平均したものを使用した。

y 年の地区 i における対数変換した CPUE の観測値 $\ln(u_{y,i})$ と CPUE の計算値の残差を最小にする未知パラメータ q_i と $F_{15+,y}$ を最小二乗法で推定した。各地区の CPUE について、漁獲物のサイズ組成を参考に漁獲年齢範囲 ($age_i - A_i$) を設定した。東京湾口部以外は、全地区共通で最小年齢 age_i は 2 歳、最高年齢 A_i は 15+歳、東京湾口部については 12 歳 (体重 1.5 kg 以上) を超える個体の漁獲がほとんどないことから、 age_i は 2 歳、 A_i を 11 歳と設定した。昨年度の資源評価と同様に地区ごとの年齢範囲を変えた設定について複数検討したが、年齢範囲の違いが資源量推定結果に与える影響は小さいと判断した (亘ほか 2023)。

$$\ln(\hat{u}_{i,y}) = \ln q_i \sum_{age_i}^{A_i} N_{a,y} W_a \quad (8)$$

$$RSS = \sum_i^I \sum_{y_i}^Y (\ln(u_{i,y}) - \ln(\hat{u}_{i,y}))^2 \quad (9)$$

自然死亡係数 M は田内・田中の式 ($M = 2.5 \div$ 寿命) (田中 1960) を参考に 0.1 とした。y 年の親魚量 SSB_y は資源尾数 $N_{a,y}$ と a 際の平均体重 W_a 、a 歳の成熟率 (雌) fr_a より算出した。

$$SSB_y = \sum_{a=2}^{15+} N_{a,y} W_a fr_a \quad (10)$$

平均体重と成熟率は年によらず一定の情報を用いている (補足表 2-3)。資源解析結果の詳細を補足表 2-4 にまとめた。

(3) モデル診断

また、「令和 6 (2024) 年度資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-03)」に従って、本系群の資源評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。補足図 2-1、2-2、2-3 に、チューニング指数の観測値とモデルの予測値との残差を示す。9 地区の中では東京湾口部や御前崎の当てはまりが悪い傾向がみられた。点推定値において、2015 年以降、親魚量には増加傾向、資源量には横ばいの傾向がみられ、CPUE の誤差を考慮したブートストラップ解析の結果においても、同様の解釈が可能と考えられた (補足図 2-4)。

本系群資源評価に用いたチューニング VPA の結果について、5 年間のレトロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで F の値や資源量推定値に生じる変化を確認した。レトロスペクティブバイアス (Mohn's p ; Mohn 1999) は、資源量で 0.01、資源尾数で -0.02、漁獲係数で -0.02、親魚量で 0.03 と比較的小さかったが、加入量は -0.16 とその他の指標に比べて大きかった。これは、漁業者による自主的な体長制限により、若齢魚への漁獲圧が少なく、漁獲情報が得られにくいためと考えられる (補足図 2-5)。

引用文献

Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.

Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.

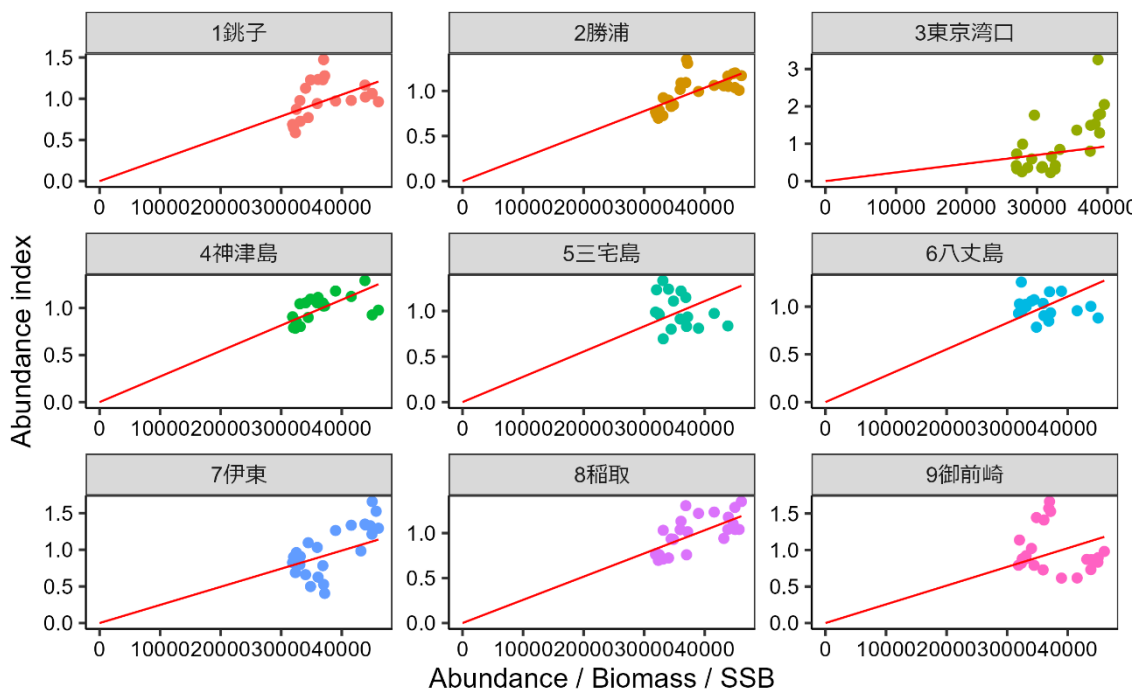
田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp.

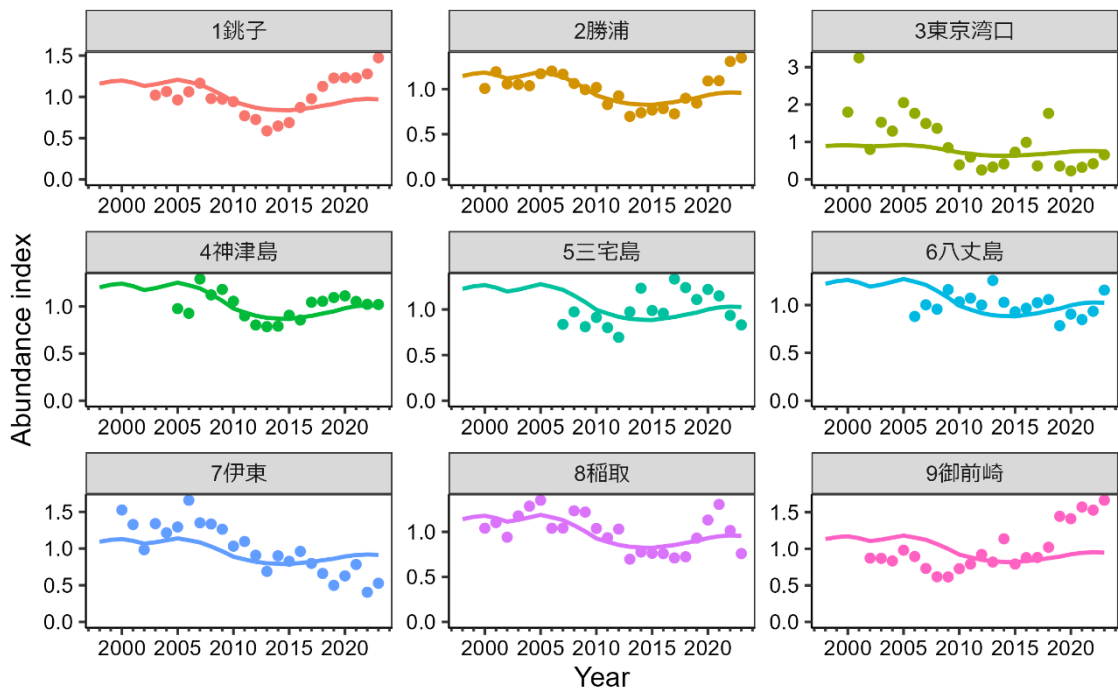
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2023) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 50pp.

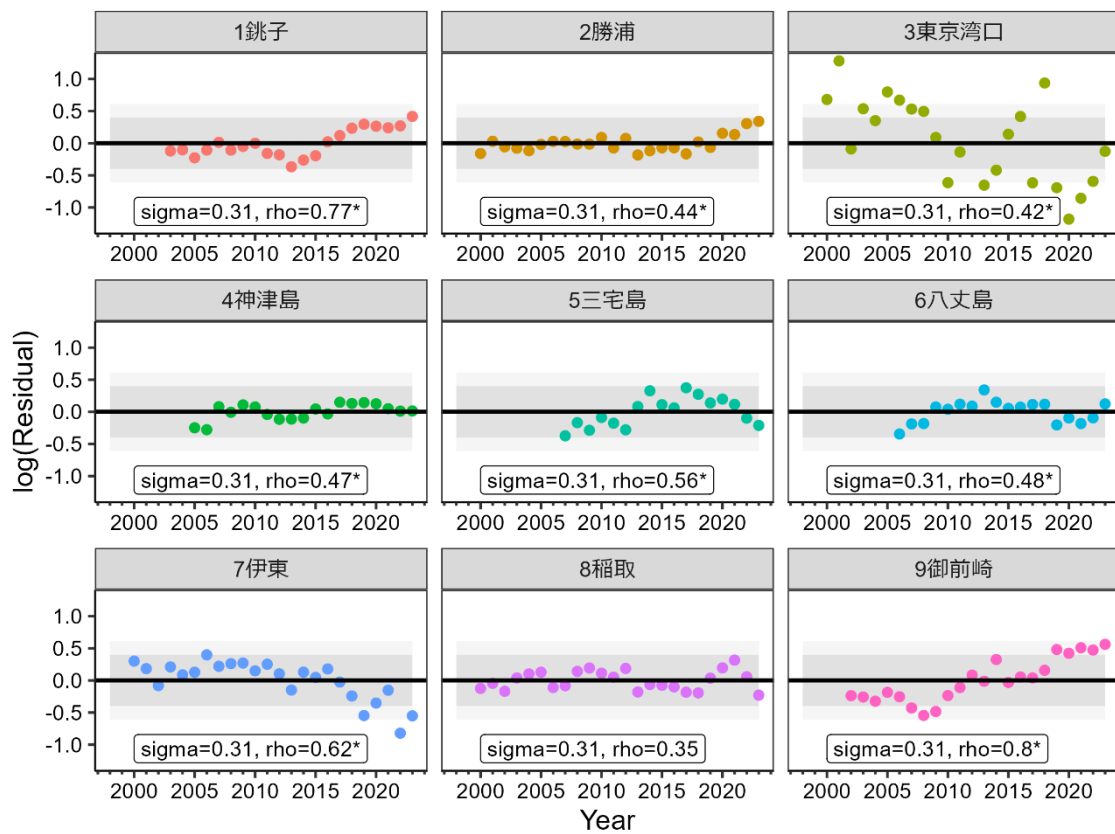
https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf



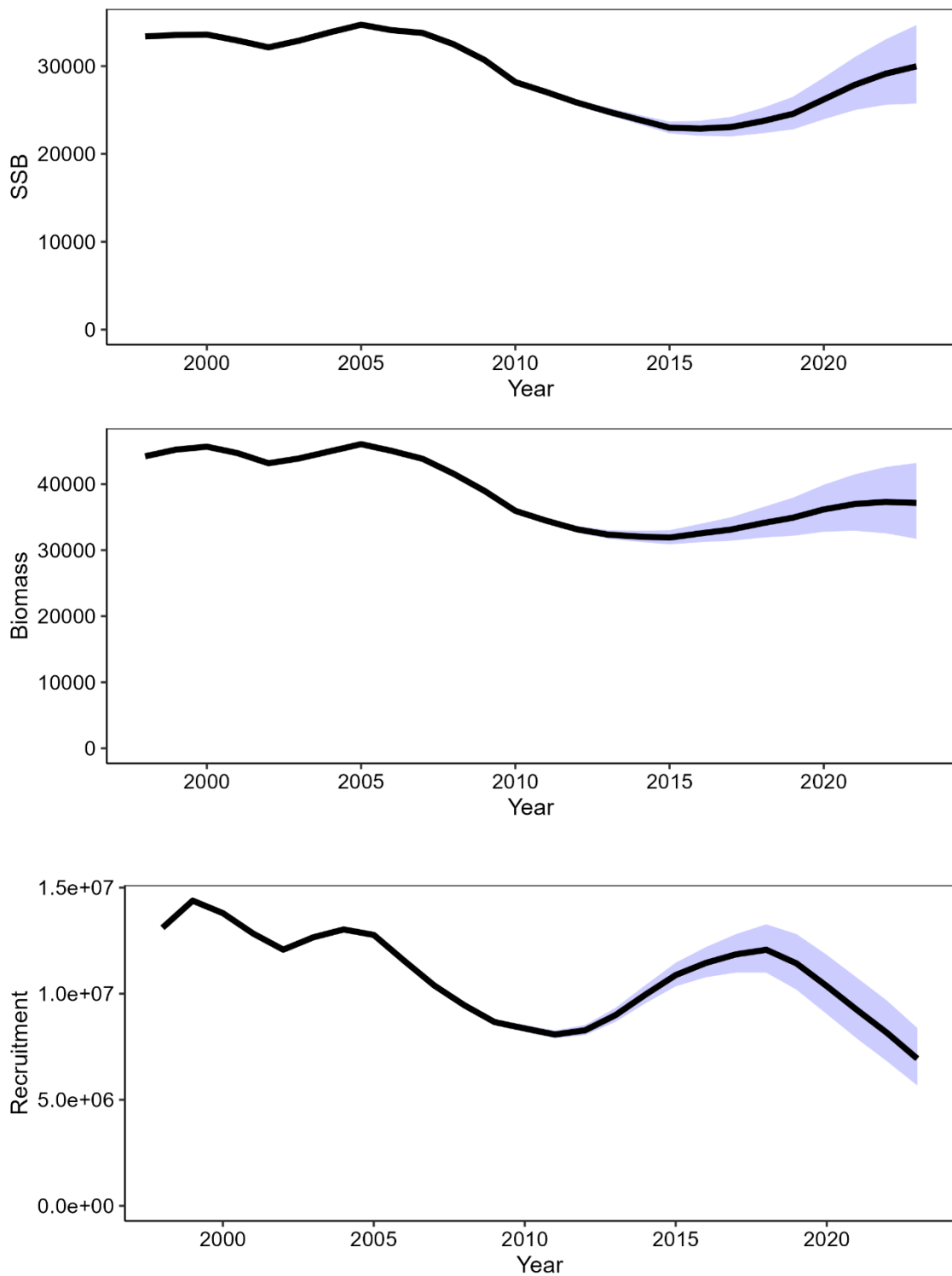
補足図 2-1. 資源量指数に対する推定資源量指数のプロット



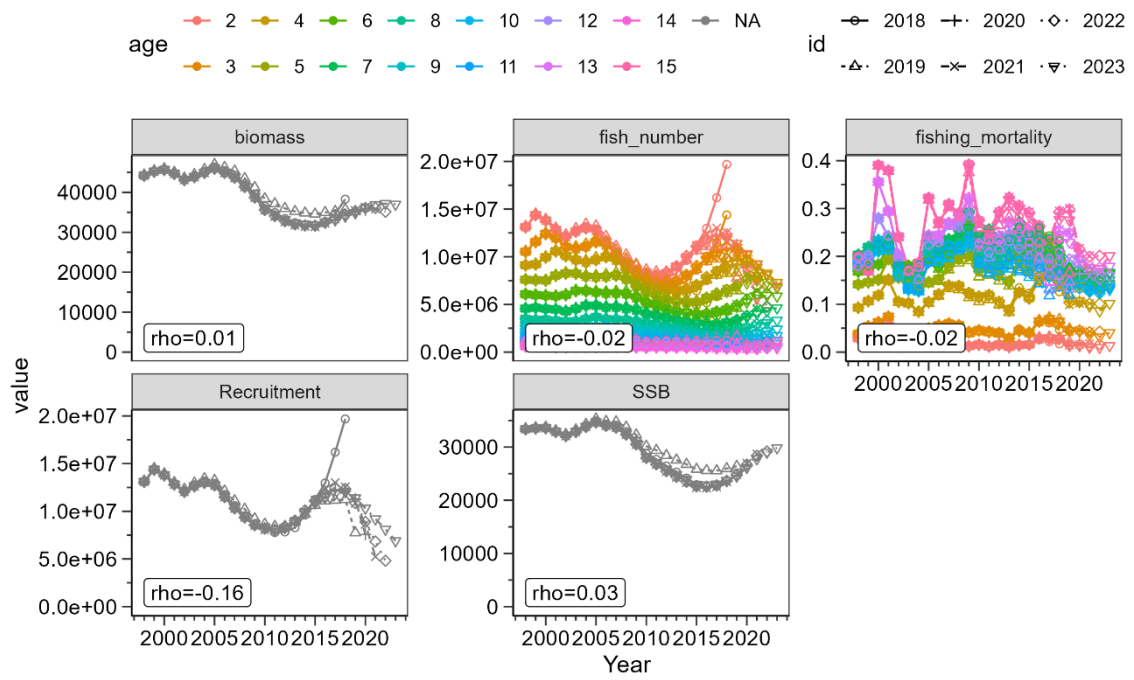
補足図 2-2. 指標値の観測値（丸印）とモデルの予測値（実線）の時系列プロット



補足図 2-3. 指標値の観測値とモデルの予測値の差を示す残差の時系列プロット



補足図 2-4. 親魚量 (SSB)、資源量 (Biomass)、加入量 (Recruitment) のブートストラップ解析 推定値 (黒実線) と 95%信頼区間 (青色) を表す。



補足図 2-5. レトロスペクティブ解析 (左上：資源量、中上：資源尾数、右上：漁獲係数、左下：加入量、中下：親魚量)

補足表 2-1. Age length key

沖合: 八丈島、神津島、神奈川底立てはえ縄、静岡底立てはえ縄、底刺し網

体長(cm)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～18	1.00														
18-20	0.83	0.03	0.13												
20-22	0.01	0.48	0.23	0.26	0.02										
22-24	0.03	0.31	0.29	0.32	0.04	0.01	0.01								
24-26		0.29	0.35	0.26	0.08	0.04									
26-28		0.08	0.30	0.41	0.16	0.04	0.00	0.00	0.00						
28-30		0.01	0.18	0.35	0.29	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00					
30-32			0.05	0.23	0.35	0.22	0.11	0.03	0.01	0.00					
32-34			0.01	0.09	0.21	0.27	0.20	0.12	0.06	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	
34-36			0.00	0.02	0.11	0.18	0.23	0.19	0.12	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00
36-38				0.00	0.02	0.07	0.15	0.16	0.17	0.14	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03
38-40				0.01	0.01	0.02	0.08	0.13	0.13	0.15	0.15	0.11	0.09	0.06	0.06
40-42				0.00		0.01	0.03	0.05	0.09	0.10	0.14	0.14	0.10	0.09	0.22
42-44					0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.08	0.10	0.14	0.11	0.11	0.37
44-46					0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05	0.10	0.11	0.10	0.52
46-48										0.02	0.01	0.03	0.06	0.08	0.80
48-50											0.04		0.04	0.06	0.85
50～															1.00

沿岸: 銚子、大島、神奈川立て縄、静岡立て縄、静岡たる流し

体長(cm)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～16	1.00														
16-18	0.95	0.05													
18-20	0.69	0.29	0.01		0.00										
20-22	0.06	0.77	0.12	0.02	0.02	0.00									
22-24	0.02	0.37	0.25	0.16	0.07	0.06	0.05	0.01							
24-26	0.00	0.17	0.40	0.22	0.09	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00					
26-28	0.00	0.07	0.22	0.39	0.20	0.05	0.02	0.03	0.02						
28-30	0.00	0.02	0.11	0.37	0.29	0.10	0.05	0.03	0.01	0.00	0.01				
30-32		0.01	0.04	0.22	0.32	0.24	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00		
32-34		0.00	0.01	0.06	0.25	0.34	0.18	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
34-36		0.00	0.00	0.03	0.09	0.26	0.31	0.16	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
36-38			0.00	0.01	0.01	0.13	0.29	0.22	0.14	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02
38-40						0.13	0.13	0.11	0.13	0.07	0.13	0.13	0.04	0.07	0.07
40-42						0.05	0.05		0.29		0.05	0.19	0.14	0.10	0.14
42～													0.33	0.33	0.33

補足表 2-2. Age 銘柄 key

銚子															
体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.4	0.03	0.39	0.27	0.16	0.07	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00					
0.4～0.5	0.00	0.06	0.19	0.39	0.22	0.06	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00				
0.5～0.65		0.02	0.11	0.34	0.28	0.14	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00		
0.65～0.75		0.01	0.03	0.18	0.33	0.27	0.09	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00		
0.75～0.85		0.00	0.01	0.07	0.29	0.31	0.18	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00		
0.85～0.95		0.00	0.00	0.04	0.19	0.33	0.20	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	
0.95～1.1			0.00	0.02	0.08	0.22	0.34	0.18	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
1.1～				0.02	0.02	0.12	0.25	0.17	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04

東京湾口部(千葉)1

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.2	0.13	0.79	0.07	0.00	0.01										
0.2～0.3	0.02	0.49	0.23	0.11	0.06	0.04	0.04	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～1.0		0.01	0.05	0.18	0.27	0.24	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01			
1.0～1.5			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.19	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02
1.5～							0.12		0.18	0.06		0.06	0.12	0.24	0.24

東京湾口部(千葉)2

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.2	0.13	0.79	0.07		0.01										
0.2～0.3	0.02	0.49	0.23	0.11	0.06	0.04	0.04	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～1		0.01	0.05	0.18	0.27	0.24	0.13	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～2.0			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
2.0～													0.33	0.33	0.33

補足表 2-2. (続き)

勝浦1

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.3	0.04	0.54	0.20	0.09	0.05	0.04	0.03	0.01							
0.3～0.5	0.01	0.10	0.26	0.34	0.17	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.5～0.7		0.01	0.09	0.31	0.30	0.17	0.05	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00		
0.7～0.9		0.00	0.01	0.07	0.27	0.33	0.17	0.07	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
0.9～1.1		0.00	0.00	0.03	0.10	0.24	0.32	0.17	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
1.1～				0.02	0.02	0.12	0.25	0.17	0.16	0.07	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04

勝浦2

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.5	0.02	0.26	0.24	0.25	0.13	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00				
0.5～0.6		0.02	0.13	0.37	0.28	0.12	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01				
0.6～0.8		0.01	0.05	0.20	0.32	0.24	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00		
0.8～1.0		0.00	0.01	0.04	0.19	0.32	0.23	0.11	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

勝浦3

体重(kg)	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳	11歳	12歳	13歳	14歳	15歳以上
～0.3	0.04	0.54	0.20	0.09	0.05	0.04	0.03	0.01							
0.3～0.6	0.00	0.08	0.22	0.35	0.20	0.07	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00				
0.7～1.0		0.00	0.01	0.06	0.24	0.31	0.20	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
1.0～			0.00	0.01	0.05	0.17	0.29	0.18	0.12	0.06	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

補足表 2-3. 資源量推定に用いた年齢別平均体重、成熟率および自然死亡係数

年齢	平均体重 (g)	成熟率	自然死亡係数 (年あたり)
2歳	289	0	0.1
3歳	434	0	0.1
4歳	543	0.5	0.1
5歳	666	1.0	0.1
6歳	783	1.0	0.1
7歳	901	1.0	0.1
8歳	987	1.0	0.1
9歳	1,111	1.0	0.1
10歳	1,204	1.0	0.1
11歳	1,307	1.0	0.1
12歳	1,439	1.0	0.1
13歳	1,503	1.0	0.1
14歳	1,620	1.0	0.1
15歳以上	1,721	1.0	0.1

補足表 2-4. 資源解析結果

年齢別漁獲尾数(千尾)													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	361	696	609	662	141	465	291	375	321	297	221	103	124
3歳	375	580	717	814	368	445	388	532	584	563	475	327	329
4歳	771	888	1,061	1,420	960	899	730	917	1,083	1,191	1,071	868	756
5歳	956	976	1,006	1,354	1,135	1,138	978	1,020	1,069	1,256	1,294	1,216	950
6歳	897	939	945	1,103	948	1,012	988	1,064	960	1,107	1,207	1,278	936
7歳	803	874	872	896	678	697	782	1,004	874	936	966	1,055	805
8歳	584	637	632	632	476	438	494	689	631	654	662	702	557
9歳	431	462	492	459	347	296	327	485	476	493	478	504	398
10歳	325	341	349	325	253	215	223	328	325	344	345	349	279
11歳	255	261	303	268	208	169	170	256	266	283	279	283	221
12歳	203	204	278	233	178	147	150	225	231	247	239	256	188
13歳	145	145	245	199	143	114	117	180	176	191	181	196	142
14歳	106	105	208	165	113	91	96	151	141	153	141	161	112
15歳以上	184	184	461	402	239	186	227	393	308	349	317	400	255
計	6,397	7,293	8,178	8,931	6,187	6,311	5,961	7,617	7,445	8,065	7,877	7,699	6,052

年齢別漁獲量(トン)													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	104	201	176	191	41	134	84	108	93	86	64	30	36
3歳	163	252	311	354	160	194	168	231	254	245	206	142	143
4歳	419	482	576	771	521	488	396	498	588	647	582	471	411
5歳	637	651	670	902	756	758	652	679	713	837	862	811	633
6歳	703	736	740	864	743	793	774	833	752	867	946	1,001	733
7歳	724	787	786	807	611	628	705	905	788	843	871	951	725
8歳	577	629	624	624	470	433	488	680	623	646	654	693	550
9歳	479	513	546	510	386	329	363	538	529	548	531	560	442
10歳	392	411	421	392	305	259	269	394	392	415	416	420	336
11歳	333	341	396	350	272	221	222	334	347	369	364	369	288
12歳	292	293	399	335	256	211	217	323	333	356	344	368	271
13歳	218	218	369	298	214	172	176	271	264	288	272	294	213
14歳	172	169	337	267	183	147	155	244	228	248	229	261	182
15歳以上	317	317	793	691	411	319	390	676	530	600	545	688	439
計	5,529	6,001	7,146	7,358	5,329	5,086	5,059	6,718	6,433	6,994	6,885	7,061	5,403

年齢別漁獲係数													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	0.03	0.05	0.05	0.06	0.01	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02
3歳	0.04	0.05	0.06	0.07	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05
4歳	0.09	0.11	0.12	0.15	0.11	0.10	0.08	0.10	0.12	0.14	0.14	0.12	0.12
5歳	0.14	0.15	0.15	0.19	0.16	0.16	0.14	0.15	0.15	0.18	0.20	0.20	0.17
6歳	0.17	0.18	0.18	0.22	0.18	0.18	0.18	0.20	0.18	0.21	0.23	0.27	0.21
7歳	0.20	0.22	0.23	0.24	0.18	0.18	0.18	0.24	0.22	0.24	0.25	0.29	0.24
8歳	0.19	0.22	0.22	0.22	0.17	0.15	0.16	0.22	0.21	0.22	0.23	0.26	0.22
9歳	0.18	0.21	0.23	0.22	0.17	0.13	0.15	0.21	0.21	0.23	0.23	0.25	0.21
10歳	0.18	0.19	0.21	0.21	0.16	0.13	0.13	0.19	0.19	0.20	0.22	0.23	0.19
11歳	0.19	0.19	0.23	0.22	0.18	0.13	0.13	0.19	0.21	0.22	0.22	0.25	0.20
12歳	0.20	0.20	0.28	0.24	0.20	0.17	0.15	0.22	0.23	0.27	0.27	0.29	0.23
13歳	0.18	0.19	0.36	0.29	0.20	0.17	0.18	0.24	0.24	0.27	0.28	0.32	0.23
14歳	0.20	0.17	0.39	0.38	0.24	0.17	0.19	0.32	0.27	0.31	0.29	0.39	0.27
15歳以上	0.20	0.17	0.39	0.38	0.24	0.17	0.19	0.32	0.27	0.31	0.29	0.39	0.27
単純平均	0.16	0.16	0.22	0.22	0.16	0.14	0.14	0.19	0.18	0.21	0.21	0.24	0.19

補足表 2-4. (続き)

年齢別漁獲尾数(千尾)													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	91	122	94	138	165	316	332	319	150	130	86	74	87
3歳	295	272	201	335	331	581	647	620	446	412	309	244	275
4歳	714	606	500	740	711	1,047	1,204	1,108	884	896	775	636	669
5歳	918	772	683	855	791	976	1,092	1,058	896	965	954	832	859
6歳	918	791	730	806	718	762	774	780	697	779	846	801	841
7歳	800	710	675	690	605	596	530	529	487	548	617	621	676
8歳	540	490	484	484	428	413	354	341	311	348	387	402	445
9歳	391	370	373	364	324	299	247	240	212	228	245	267	299
10歳	260	251	264	246	226	202	166	164	145	157	165	180	202
11歳	204	206	219	200	186	162	132	134	114	118	119	133	151
12歳	177	186	194	177	166	144	117	123	105	102	99	113	128
13歳	139	145	161	149	137	120	98	112	104	81	75	87	95
14歳	112	118	132	123	112	99	81	95	90	65	60	70	76
15歳以上	236	278	292	266	250	225	202	250	237	165	158	163	203
計	5,795	5,318	5,003	5,574	5,151	5,943	5,976	5,873	4,877	4,994	4,894	4,623	5,006

年齢別漁獲量(トン)													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	26	35	27	40	48	91	96	92	43	38	25	21	25
3歳	128	118	88	146	144	253	281	269	194	179	134	106	119
4歳	388	329	272	402	386	568	654	602	480	486	421	345	363
5歳	611	515	455	570	527	651	728	705	597	643	636	554	573
6歳	719	620	572	631	563	597	606	611	546	610	663	627	659
7歳	721	640	609	622	546	537	478	477	439	494	556	560	609
8歳	533	484	478	478	423	408	349	337	307	344	382	397	439
9歳	434	411	414	404	360	333	274	267	236	254	272	297	332
10歳	313	302	318	296	273	243	200	198	175	189	199	216	243
11歳	266	269	287	261	243	212	173	175	149	155	155	173	197
12歳	255	268	280	255	239	207	168	177	151	146	143	163	184
13歳	209	218	242	225	205	181	148	168	157	121	113	131	143
14歳	181	191	214	199	181	160	132	154	146	105	97	113	124
15歳以上	406	479	502	458	430	386	347	430	407	285	271	281	349
計	5,192	4,879	4,756	4,987	4,567	4,827	4,633	4,661	4,026	4,049	4,065	3,986	4,360

年齢別漁獲係数													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3歳	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04
4歳	0.12	0.10	0.09	0.13	0.11	0.15	0.17	0.15	0.11	0.11	0.10	0.09	0.10
5歳	0.18	0.16	0.14	0.19	0.17	0.20	0.21	0.19	0.15	0.15	0.14	0.13	0.14
6歳	0.22	0.20	0.20	0.23	0.21	0.22	0.21	0.20	0.17	0.17	0.17	0.15	0.16
7歳	0.25	0.24	0.24	0.26	0.23	0.24	0.21	0.20	0.17	0.17	0.18	0.16	0.17
8歳	0.22	0.22	0.23	0.24	0.23	0.22	0.20	0.18	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15
9歳	0.21	0.21	0.23	0.24	0.22	0.22	0.18	0.18	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
10歳	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13
11歳	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16	0.17	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14
12歳	0.21	0.22	0.24	0.23	0.24	0.22	0.18	0.20	0.18	0.15	0.15	0.16	0.16
13歳	0.24	0.24	0.27	0.26	0.25	0.24	0.20	0.24	0.23	0.18	0.15	0.17	0.18
14歳	0.25	0.29	0.32	0.30	0.28	0.25	0.22	0.28	0.28	0.19	0.18	0.17	0.20
15歳以上	0.25	0.29	0.32	0.30	0.28	0.25	0.22	0.28	0.28	0.19	0.18	0.17	0.20
単純平均	0.18	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.17	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13	0.14

補足表 2-4. (続き)

年齢別資源尾数(千尾)													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	13,108	14,387	13,798	12,838	12,077	12,661	13,028	12,770	11,558	10,387	9,453	8,659	8,357
3歳	10,534	11,562	12,404	11,953	11,030	10,835	11,057	11,556	11,242	10,192	9,152	8,375	7,767
4歳	9,114	9,211	9,949	10,583	10,081	9,668	9,417	9,674	9,989	9,654	8,721	7,860	7,295
5歳	7,593	7,544	7,520	8,026	8,259	8,242	7,925	7,858	7,913	8,041	7,634	6,900	6,313
6歳	6,072	5,986	5,921	5,872	6,000	6,421	6,402	6,267	6,166	6,168	6,107	5,701	5,108
7歳	4,574	4,660	4,542	4,478	4,282	4,546	4,868	4,873	4,679	4,686	4,548	4,397	3,960
8歳	3,484	3,389	3,400	3,294	3,214	3,243	3,465	3,676	3,469	3,417	3,365	3,211	2,988
9歳	2,749	2,608	2,471	2,486	2,390	2,465	2,528	2,677	2,683	2,550	2,480	2,425	2,247
10歳	2,086	2,086	1,929	1,776	1,820	1,840	1,957	1,985	1,969	1,983	1,846	1,797	1,722
11歳	1,544	1,585	1,569	1,419	1,303	1,412	1,467	1,565	1,491	1,479	1,473	1,348	1,300
12歳	1,200	1,160	1,191	1,137	1,033	985	1,122	1,170	1,177	1,101	1,074	1,072	955
13歳	930	896	859	817	811	769	755	876	849	849	765	747	730
14歳	611	707	676	547	553	600	590	574	623	604	589	522	492
15歳以上	1,062	1,243	1,496	1,335	1,169	1,229	1,398	1,499	1,365	1,378	1,322	1,299	1,120
計	64,660	67,022	67,726	66,561	64,023	64,918	65,979	67,019	65,173	62,489	58,527	54,313	50,354

年齢別資源量(トン)													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	3,791	4,161	3,991	3,713	3,493	3,662	3,768	3,693	3,343	3,004	2,734	2,504	2,417
3歳	4,576	5,022	5,388	5,193	4,792	4,707	4,803	5,020	4,884	4,428	3,976	3,638	3,374
4歳	4,949	5,001	5,402	5,747	5,474	5,250	5,113	5,253	5,424	5,242	4,735	4,268	3,961
5歳	5,060	5,027	5,011	5,349	5,504	5,493	5,281	5,237	5,273	5,359	5,087	4,599	4,207
6歳	4,757	4,690	4,639	4,600	4,701	5,030	5,016	4,910	4,831	4,833	4,784	4,466	4,002
7歳	4,122	4,200	4,094	4,036	3,859	4,097	4,387	4,392	4,217	4,223	4,099	3,963	3,569
8歳	3,440	3,346	3,357	3,253	3,173	3,202	3,422	3,630	3,426	3,374	3,322	3,170	2,950
9歳	3,053	2,897	2,745	2,762	2,655	2,738	2,809	2,974	2,980	2,833	2,755	2,694	2,496
10歳	2,513	2,512	2,323	2,139	2,192	2,216	2,357	2,391	2,372	2,388	2,224	2,165	2,074
11歳	2,018	2,071	2,051	1,854	1,703	1,846	1,917	2,045	1,949	1,932	1,925	1,761	1,698
12歳	1,726	1,669	1,714	1,636	1,487	1,418	1,614	1,684	1,694	1,585	1,545	1,543	1,374
13歳	1,398	1,347	1,291	1,229	1,218	1,156	1,135	1,316	1,276	1,276	1,149	1,124	1,097
14歳	990	1,145	1,095	886	896	973	956	930	1,010	978	954	846	798
15歳以上	1,826	2,139	2,574	2,297	2,012	2,115	2,406	2,578	2,348	2,371	2,274	2,235	1,927
計	44,221	45,228	45,676	44,691	43,160	43,903	44,983	46,053	45,025	43,825	41,564	38,975	35,945

年齢別親魚量(トン)													
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4歳	2,474	2,501	2,701	2,873	2,737	2,625	2,557	2,626	2,712	2,621	2,368	2,134	1,981
5歳	5,060	5,027	5,011	5,349	5,504	5,493	5,281	5,237	5,273	5,359	5,087	4,599	4,207
6歳	4,757	4,690	4,639	4,600	4,701	5,030	5,016	4,910	4,831	4,833	4,784	4,466	4,002
7歳	4,122	4,200	4,094	4,036	3,859	4,097	4,387	4,392	4,217	4,223	4,099	3,963	3,569
8歳	3,440	3,346	3,357	3,253	3,173	3,202	3,422	3,630	3,426	3,374	3,322	3,170	2,950
9歳	3,053	2,897	2,745	2,762	2,655	2,738	2,809	2,974	2,980	2,833	2,755	2,694	2,496
10歳	2,513	2,512	2,323	2,139	2,192	2,216	2,357	2,391	2,372	2,388	2,224	2,165	2,074
11歳	2,018	2,071	2,051	1,854	1,703	1,846	1,917	2,045	1,949	1,932	1,925	1,761	1,698
12歳	1,726	1,669	1,714	1,636	1,487	1,418	1,614	1,684	1,694	1,585	1,545	1,543	1,374
13歳	1,398	1,347	1,291	1,229	1,218	1,156	1,135	1,316	1,276	1,276	1,149	1,124	1,097
14歳	990	1,145	1,095	886	896	973	956	930	1,010	978	954	846	798
15歳以上	1,826	2,139	2,574	2,297	2,012	2,115	2,406	2,578	2,348	2,371	2,274	2,235	1,927
計	33,379	33,544	33,595	32,912	32,138	32,910	33,856	34,713	34,087	33,772	32,487	30,699	28,173

補足表 2-4. (続き)

年齢別資源尾数(千尾)													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	8,070	8,272	8,978	9,950	10,865	11,433	11,833	12,041	11,393	10,323	9,199	8,113	6,901
3歳	7,473	7,243	7,397	8,066	8,906	9,712	10,084	10,431	10,633	10,206	9,253	8,273	7,299
4歳	6,741	6,507	6,320	6,527	7,007	7,774	8,268	8,543	8,884	9,233	8,878	8,110	7,282
5歳	5,906	5,442	5,333	5,264	5,223	5,687	6,064	6,362	6,704	7,228	7,533	7,325	6,760
6歳	4,829	4,490	4,207	4,193	3,966	3,990	4,236	4,467	4,771	5,235	5,645	5,934	5,861
7歳	3,748	3,511	3,324	3,126	3,041	2,918	2,898	3,110	3,314	3,669	4,013	4,322	4,626
8歳	2,830	2,642	2,513	2,376	2,181	2,185	2,083	2,127	2,321	2,546	2,810	3,057	3,333
9歳	2,184	2,056	1,932	1,821	1,697	1,573	1,591	1,555	1,607	1,812	1,981	2,184	2,393
10歳	1,661	1,611	1,515	1,400	1,308	1,233	1,144	1,210	1,183	1,258	1,428	1,566	1,729
11歳	1,298	1,262	1,224	1,125	1,037	972	928	881	943	936	993	1,140	1,251
12歳	970	985	950	903	831	765	728	716	673	747	738	789	909
13歳	688	712	717	678	651	597	558	550	533	511	582	575	609
14歳	528	492	509	498	473	461	427	413	393	385	387	457	440
15歳以上	1,114	1,160	1,123	1,078	1,060	1,048	1,063	1,084	1,031	982	1,022	1,074	1,169
計	48,039	46,384	46,042	47,003	48,247	50,348	51,902	53,489	54,382	55,072	54,462	52,918	50,562

年齢別資源量(トン)													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	2,334	2,392	2,597	2,878	3,142	3,307	3,422	3,482	3,295	2,986	2,660	2,346	1,996
3歳	3,246	3,146	3,213	3,504	3,869	4,219	4,381	4,531	4,619	4,433	4,019	3,594	3,171
4歳	3,660	3,533	3,431	3,544	3,805	4,221	4,489	4,639	4,824	5,013	4,820	4,403	3,954
5歳	3,936	3,627	3,554	3,508	3,481	3,790	4,041	4,240	4,468	4,817	5,020	4,882	4,505
6歳	3,783	3,517	3,296	3,285	3,107	3,126	3,318	3,499	3,737	4,101	4,423	4,649	4,592
7歳	3,378	3,164	2,996	2,817	2,740	2,630	2,612	2,803	2,987	3,307	3,617	3,895	4,170
8歳	2,794	2,609	2,481	2,346	2,154	2,157	2,056	2,100	2,291	2,514	2,775	3,019	3,291
9歳	2,426	2,284	2,147	2,023	1,885	1,748	1,768	1,727	1,785	2,013	2,200	2,426	2,659
10歳	2,001	1,940	1,825	1,687	1,575	1,485	1,377	1,458	1,425	1,515	1,720	1,886	2,083
11歳	1,696	1,649	1,600	1,470	1,356	1,270	1,212	1,151	1,232	1,224	1,297	1,490	1,635
12歳	1,396	1,417	1,367	1,299	1,196	1,101	1,048	1,031	968	1,076	1,061	1,135	1,308
13歳	1,034	1,071	1,078	1,018	979	897	838	827	802	768	875	865	915
14歳	855	797	825	807	767	748	693	669	637	624	628	741	712
15歳以上	1,917	1,996	1,932	1,855	1,824	1,803	1,829	1,865	1,774	1,690	1,759	1,847	2,011
計	34,457	33,143	32,341	32,040	31,880	32,501	33,083	34,022	34,843	36,080	36,876	37,177	37,000

年齢別親魚量(トン)													
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4歳	1,830	1,767	1,716	1,772	1,902	2,111	2,245	2,319	2,412	2,507	2,410	2,202	1,977
5歳	3,936	3,627	3,554	3,508	3,481	3,790	4,041	4,240	4,468	4,817	5,020	4,882	4,505
6歳	3,783	3,517	3,296	3,285	3,107	3,126	3,318	3,499	3,737	4,101	4,423	4,649	4,592
7歳	3,378	3,164	2,996	2,817	2,740	2,630	2,612	2,803	2,987	3,307	3,617	3,895	4,170
8歳	2,794	2,609	2,481	2,346	2,154	2,157	2,056	2,100	2,291	2,514	2,775	3,019	3,291
9歳	2,426	2,284	2,147	2,023	1,885	1,748	1,768	1,727	1,785	2,013	2,200	2,426	2,659
10歳	2,001	1,940	1,825	1,687	1,575	1,485	1,377	1,458	1,425	1,515	1,720	1,886	2,083
11歳	1,696	1,649	1,600	1,470	1,356	1,270	1,212	1,151	1,232	1,224	1,297	1,490	1,635
12歳	1,396	1,417	1,367	1,299	1,196	1,101	1,048	1,031	968	1,076	1,061	1,135	1,308
13歳	1,034	1,071	1,078	1,018	979	897	838	827	802	768	875	865	915
14歳	855	797	825	807	767	748	693	669	637	624	628	741	712
15歳以上	1,917	1,996	1,932	1,855	1,824	1,803	1,829	1,865	1,774	1,690	1,759	1,847	2,011
計	27,046	25,838	24,815	23,886	22,966	22,865	23,036	23,688	24,517	26,154	27,786	29,035	29,857

補足資料3 管理基準値案と禁漁水準案等

令和4年8月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 24.3 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 12.8 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 2.0 千トン) を用いることが提案されている (亘ほか 2022、補足表 6-2)。

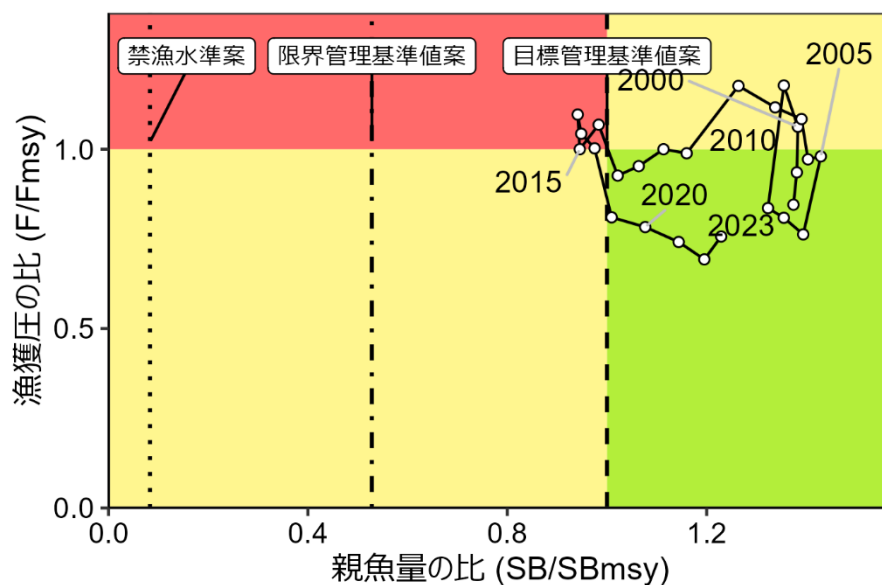
目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた 2023 年の親魚量 (SB2023 : 29,857 トン) は目標管理基準値案、限界管理基準値案および禁漁水準案を上回る。本系群における 2019 年以降の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧を下回っていたと判断される (補足表 6-3)。

平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。2 歳や 3 歳の若齢魚に対する漁獲圧も低く、目標管理基準値案を下回る水準では、漁獲に占める若齢魚の割合の変動は小さい。

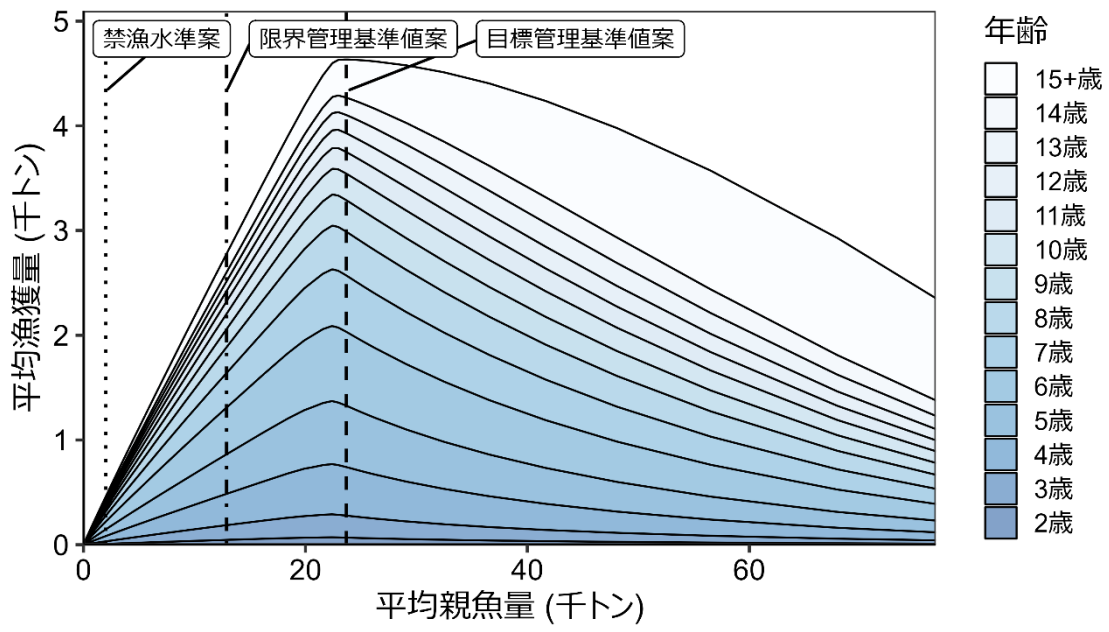
引用文献

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp.

https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（漁獲量曲線）

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024～2055 年までの将来予測計算を行った。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から無作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 1,000 回行い、それらの平均値と 90% 予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。

2024 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) から仮定した。現状の漁獲圧は、管理基準値案を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ (平均体重等) の条件下で、今年度評価における 2021～2023 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2025 年の漁獲圧は、下記の漁獲管理規則案に従い、各年に予測される親魚量に基づいて算出した。なお、将来予測の計算方法は補足資料 5 に示した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧 (F) 等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関からの提案では「 β が 0.9 以下であれば、10 年後に目標管理基準値案を 50% 以上の確率で上回ると推定される」とされている。

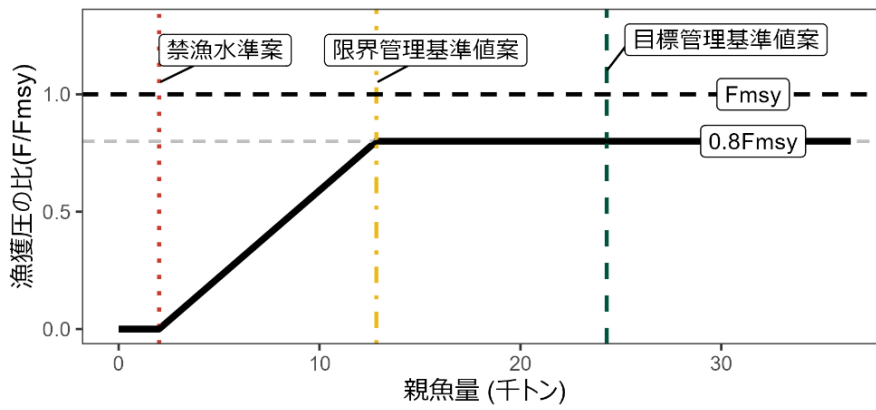
(3) 2025 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2025 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 4.4 千トン、 β を 1.0 とした場合には 5.4 千トンであった (補足表 6-4)。2025 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値案を上回り、平均 29.2 千トンと見込まれた。

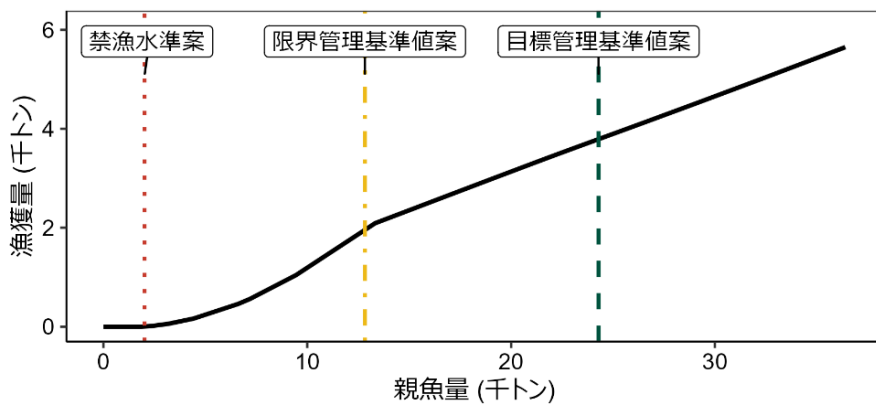
(4) 2026 年以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1、4-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2035 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 29.2 千トン (90% 予測区間は 26.5 千～32.1 千トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 24.4 千トン (90% 予測区間は 22.0 千～26.9 千トン) である (補足表 6-5)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50% を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50% を上回る。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は 31.1 千トン (90% 予測区間は 28.3 千～34.1 千トン) であり目標管理基準値案を上回る確率は 100%、限界管理基準値案を上回る確率は 100% である。

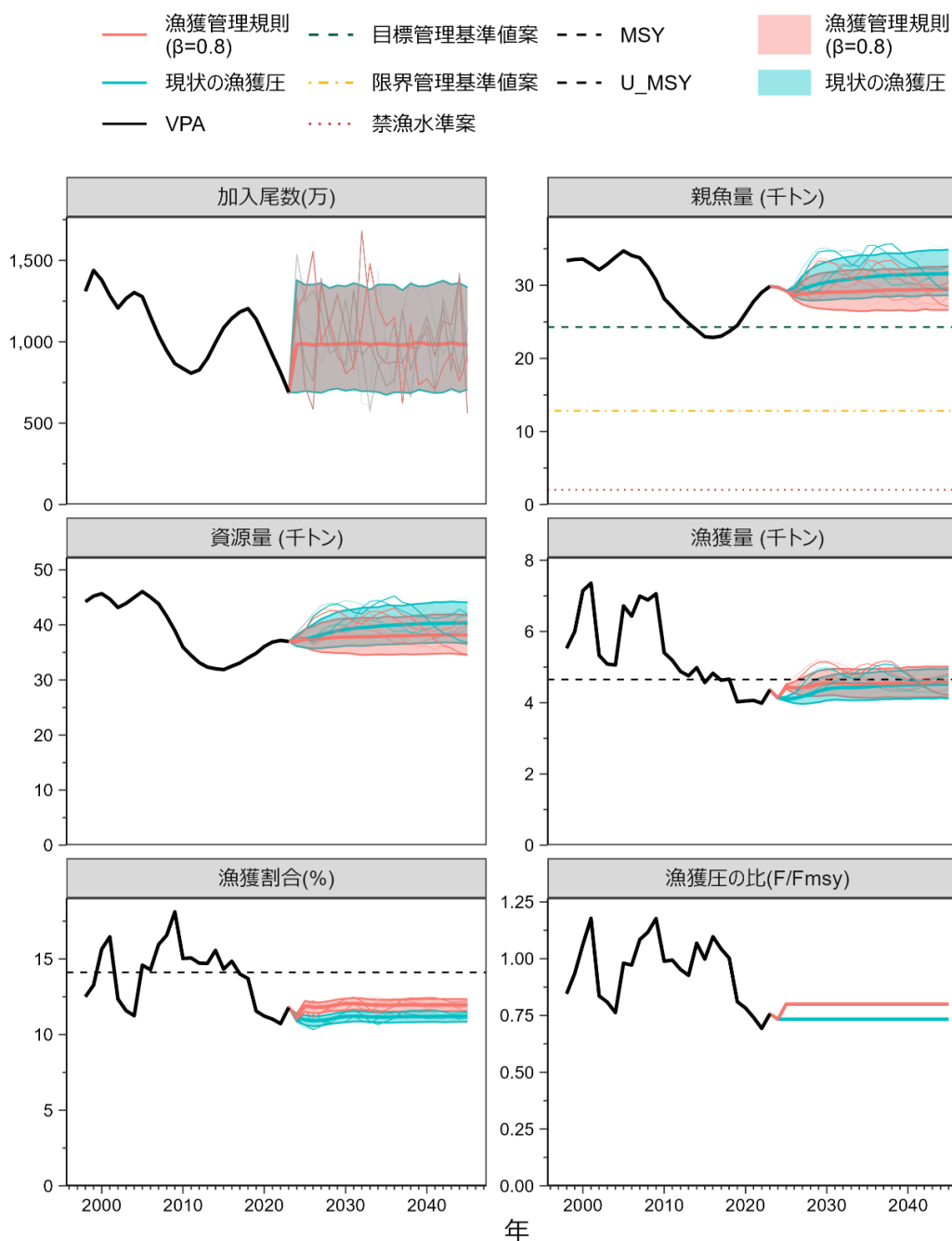
a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$ の場合) (a) 縦軸を漁獲圧にした場合 (b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-2. 漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合 (赤線) と現状の漁獲圧 (F2021-2023) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色)

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2024 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) により仮定した。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2045	2055
1.0	100	100	100	100	97	89	77	67	60	56	53	53	49	49
0.9			100	100	100	99	98	98	96	95	94	93	92	93
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2045	2055
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 4.1 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.73$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2045	2055		
1.0	29.7	29.2	27.6	26.9	26.3	25.8	25.4	25.0	24.8	24.6	24.5	24.4	24.3	24.2		
0.9			28.2	27.8	27.6	27.4	27.2	27.0	26.8	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	
0.8			28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1	29.2	29.2	29.5	29.5	
0.7			29.2	29.8	30.4	30.8	31.1	31.4	31.6	31.8	32.0	32.2	32.2	32.8	32.8	
0.6			29.8	30.9	31.9	32.7	33.4	34.0	34.5	34.9	35.3	35.6	36.8	36.8	36.9	
0.5			30.3	31.9	33.4	34.8	35.9	36.8	37.7	38.4	39.0	39.5	41.7	41.7	41.9	
0.4			30.9	33.1	35.1	37.0	38.6	40.0	41.2	42.3	43.3	44.1	47.7	47.7	48.2	
0.3			31.4	34.2	36.9	39.3	41.5	43.5	45.3	46.8	48.3	49.5	55.3	55.3	56.3	
0.2			32.0	35.5	38.8	41.9	44.7	47.4	49.8	52.0	54.0	55.8	65.0	65.0	67.1	
0.1			32.6	36.7	40.7	44.6	48.3	51.7	54.9	57.9	60.7	63.2	77.7	77.7	82.0	
0.0			33.2	38.0	42.8	47.6	52.1	56.5	60.7	64.6	68.4	71.9	94.5	94.5	103.2	
現状の漁獲圧			29.0	29.5	29.9	30.2	30.4	30.6	30.7	30.9	31.0	31.1	31.6	31.6	31.6	31.6

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 4.1 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.73$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均漁獲量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2045	2055	
1.0	4.1	5.4	5.2	5.1	5.0	5.0	4.9	4.9	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	
0.9		5.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.6
0.8		4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6
0.7		3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5
0.6		3.4	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.2	4.4	4.4
0.5		2.9	3.0	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	4.2	4.2
0.4		2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.5	3.9	3.9
0.3		1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.4	3.5
0.2		1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.3	2.7	2.8
0.1		0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.7	1.8
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		4.1	4.1	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 4.1 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.73$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測は、「令和 6 (2024) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-01)」の 1 系資源の管理規則に従い、令和 4 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において SB_{msy} を維持する漁獲圧 (F_{msy}) の推定に用いた再生産関係 (亘ほか 2022) と、補足表 5-1 に示した各種設定 (自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重、現状の漁獲圧) を使用して実施した。資源尾数や漁獲量の予測計算には、「令和 6 (2024) 年度再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (FRA-SA2024-ABCWG02-04)」に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.4.1) および計算パッケージ frasyr (コミット番号 27b5718) を用いた。将来予測における 3~14 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}) \quad (a=3, \dots, 14) \quad (11)$$

15 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{15+,y} = N_{14,y-1} \exp(-M_{14} - F_{14,y-1}) - N_{15+,y-1} \exp(-M_{15+}, -F_{15+,y-1}) \quad (12)$$

将来予測における漁獲圧 (F) は 1 系資源の漁獲管理規則案に従い、以下の式で求めた。

$$F_{a,y} = \begin{cases} 0 & \text{if } SB_t < SB_{ban} \\ \beta\gamma(SB_t)F_{msy} & \text{if } SB_{ban} \leq SB_t < SB_{limit} \\ \beta F_{msy} & \text{if } SB_t \geq SB_{limit} \end{cases} \quad (13)$$

$$\gamma(SB_y) = \frac{SB_y - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}} \quad (14)$$

ここで、SB_y は y 年の親魚量、F_{msy} および SB_{target}、SB_{limit}、SB_{ban} はそれぞれ補足表 6-2 に案として示した親魚量の基準値である。また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y}(1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-M_a/2) \quad (15)$$

将来予測における資源量および漁獲量は、ここで求めた年齢別資源尾数または漁獲尾数に補足表 5-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量はこの資源量に年齢別成熟率を乗じて算出した。

引用文献

- 水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp.
https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf
- 水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2024-ABCWG02-04, 水産研究・教

育機構, 横浜, 15pp.

https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-04.pdf

- 亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2022) 令和 4 (2022) 年度キンメダイ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP04-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 48pp.

https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220805/FRA-SA2022-BRP04-01.pdf

補足表 5-1. 将来予測計算に用いた設定値

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2021-2023 (注 3)	平均重量 (g)	自然死亡 係数	成熟率
2 歳	0.099	0.03	0.02	289	0.1	0.0
3 歳	0.234	0.06	0.05	434	0.1	0.0
4 歳	0.543	0.14	0.10	543	0.1	0.5
5 歳	0.712	0.19	0.14	666	0.1	1.0
6 歳	0.775	0.20	0.15	783	0.1	1.0
7 歳	0.789	0.21	0.15	901	0.1	1.0
8 歳	0.737	0.19	0.14	987	0.1	1.0
9 歳	0.704	0.18	0.14	1,111	0.1	1.0
10 歳	0.633	0.17	0.12	1,204	0.1	1.0
11 歳	0.652	0.17	0.13	1,307	0.1	1.0
12 歳	0.768	0.20	0.15	1,439	0.1	1.0
13 歳	0.890	0.23	0.17	1,503	0.1	1.0
14 歳	1.000	0.26	0.19	1,620	0.1	1.0
15 歳以上	1.000	0.26	0.19	1,721	0.1	1.0

注 1：令和 4 年度の管理基準値等に関する研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、令和 4 年度資源評価での $F_{current}$ （2016～2021 年を平均した漁獲圧）の選択率）。

注 2：令和 4 年度の管理基準値等に関する研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 4 年度資源評価での $F_{current}$ に $F_{msy}/F_{current}$ を掛けたもの）。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2021～2023 年の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。この F 値は 2024 年の漁獲量の仮定に使用した。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケー・スティック型	最小二乗法	無	454.85	21,723.3	0.201	-

a と b は各再生産関係式の推定パラメータ、S.D. は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	24.3 千トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	12.8 千トン	限界管理基準値案。MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban 案	2.0 千トン	禁漁水準案。MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳, 12 歳, 13 歳, 14 歳, 15 歳以上) = (0.03, 0.06, 0.14, 0.19, 0.2, 0.21, 0.19, 0.18, 0.17, 0.17, 0.2, 0.23, 0.26, 0.26)	
%SPR (Fmsy)	22%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	4.7 千トン	最大持続生産量 MSY

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	29.9 千トン	2023 年の親魚量
F2023	2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳, 12 歳, 13 歳, 14 歳, 15 歳以上) = (0.01, 0.04, 0.1, 0.14, 0.16, 0.17, 0.15, 0.14, 0.13, 0.14, 0.16, 0.18, 0.2, 0.2)	
U2023	12%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	28%	2023 年の%SPR
%SPR (F2021-2023)	29%	現状 (2021~2023 年) の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy (SBtarget)	1.23	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値案)に対する 2023 年の親魚量の比
F2023/ Fmsy	0.76	SBtarget を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2023 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

* 2023 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2025年の親魚量(予測平均値):29.2千トン			
項目	2025年の漁獲量(千トン)	現状の漁獲圧に対する比(F/F2021-2023)	2025年の漁獲割合(%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案されたβ(最高値)			
β=0.9	5.0	1.23	13
上記と異なるβを使用した場合			
β=1.0	5.4	1.36	15
β=0.8	4.4	1.09	12
β=0.6	3.4	0.82	9
β=0.4	2.3	0.55	6
β=0.2	1.2	0.27	3
β=0.0	0	0	0
F2021-2023	4.1	1.00	11

補足表 6-5. 異なるβを用いた将来予測結果

考慮している不確実性:加入量					
項目	2025年の親魚量(千トン)	90%予測区間(千トン)	2025年に親魚量が以下の管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget案	SBlimit案	SBban案
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案されたβ(最高値)					
β=0.9	26.7	24.1-29.3	93	100	100
上記と異なるβを使用した場合					
β=1.0	24.4	22.0-26.9	53	100	100
β=0.8	29.2	26.5-32.1	100	100	100
β=0.6	35.6	32.5-38.9	100	100	100
β=0.4	44.1	40.5-48.0	100	100	100
β=0.2	55.8	51.4-60.5	100	100	100
β=0.0	71.9	66.7-77.5	100	100	100
F2021-2023	31.1	28.3-34.1	100	100	100

補足資料 7 単位努力量当たり漁獲量（CPUE）の標準化

(1) CPUE 標準化の経緯

令和 3（2021）年度資源評価では、コホート解析における確度の高いチューニング指数を得るため、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県的主要地区における立て縄漁業操業記録を集約し、黒潮流路等の環境要因を考慮した CPUE 標準化を試行した（亘・半沢 2022）。しかし、ここで検討したモデルでは、漁場への黒潮接近に伴う漁獲効率の変化の影響が十分に取り除けていないこと、地区ごとの使用漁具等の操業形態や漁獲対象資源の年齢構造に違いがあること、さらにモデル診断の結果も良くなかったことが問題点として挙げられた。令和 4（2022）年度資源評価では、千葉県船が操業する 2 地区（銚子、勝浦）、東京都船が操業する 2 地区（神津島、八丈島）、静岡県船が操業する 2 地区（伊東、稲取）、神奈川県船と千葉県船が入会で操業する東京湾口部地区において各県が主に操業する 2 海域の、7 地区（うち東京湾口部は 2 海域）計 8 の海域に対して、別々に CPUE 標準化を実施することとした（亘ほか 2023）。令和 5（2023）年度資源評価では、静岡県の御前崎地区および東京都三宅島地区におけるデータを用いた標準化 CPUE を新たに組み込んだ。今年度は、昨年度までに検討を行った各地区において最新年（2023 年）のデータを追加した上で標準化モデルとそこから得られる標準化 CPUE を更新し、チューニング指数に用いた。

(2) 方法

CPUE 標準化に用いたデータは、過去年において日別情報がなく、月別情報のみ利用できるケースが存在したことから、月別操業記録（操業位置情報は含まない）を使用した。また、気象庁海洋情報部が提供する海洋速報から黒潮北縁（流軸から 13 海里）の位置情報を抽出するとともに、FRA-ROMS II（Kuroda et al. 2017、データアクセス日：2024 年 4 月 4 日）から漁場内における海洋環境情報を抽出して説明変数として導入することとした。今年度、全地区・海域で導入した CPUE 標準化モデルは、誤差分布を対数正規分布とした一般化線形モデル（log-normal GLM）であり、フルモデルは主効果のみを考慮した以下のモデルとした。

$$\text{Log (CPUE)} = \text{切片} + \text{年} + \text{季節} + \text{水温} + \text{流速} + \text{流向} + \\ \text{地先における黒潮北縁の緯度} + \text{経度間の黒潮北縁の緯度差}$$

水温、流速、流向には FRA-ROMS II の再解析値を用いた。なお、フルモデルでは、水深の浅い地区・海域を除き、0 m 層、100 m 層、200 m 層、400 m 層、底層の 5 深度帯の値をすべて説明変数として導入した。FRA-ROMS II から抽出する各地区の漁場の位置は、補足図 7-1 に示した緯度経度 0.1 度グリッドの中から一都三県の資源評価参画機関との協議の上で決定した。なお、上記のとおり、東京湾口部において、神奈川県船と千葉県船が入会で操業を行っているが、両県の漁船は主漁場が若干異なっている（神奈川県：野島崎西側、千葉県：野島崎東側）。したがって、当該地区については、両県の操業海域で別々の標準化モデルを構築するとともに、それぞれのモデルで別々のグリッドにおける再解析値を説明変数に用いた（詳細は、FRA-SA2024-SC07-04、FRA-SA2024-SC07-05 を参照）。地先における黒潮北縁の緯度は、東経 138、139、140、141 度のうち、一都三県との協議で決定した漁

場に最も近い経度上の緯度を使用することとした（補足図 7-2）。黒潮流路に係る説明変数としては、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 138 度-139 度、139 度-140 度、140 度-141 度の 3 つ）を計算した。この値は黒潮北縁の緯度差/経度差（経度差は常に 1 度）とも書き換えられるため、黒潮北縁の傾きと同義である。傾きが正を示せば黒潮は南東方向、負を示せば北東方向への流れとなることから、本系群の資源評価ではこれを沿岸域への「黒潮の入込」指標と捉え、説明変数として採用した。なお、現在利用できるデータは月別 CPUE であり、様々な交互作用を考慮すると、推定パラメータ数がデータ数を上回ってしまうこと、また解釈が煩雑になる可能性もあることから主効果のみを考慮するモデルを導入した。

ベストモデルは、フルモデルについて、説明変数総当りの赤池情報量規準（AIC）によるモデル選択を実施したのち、最小 AIC+2 の範囲にあるモデルのうち、説明変数の数が最小のモデルを、環境・漁業面での説明力を考慮して決定した。ただし、AIC による変数選択において、FRA-ROMS II から得られた特定の説明変数で、複数の深度層を含むモデル（例えば、0 m 水温と 100 m 水温を同時に含むもの）は、解釈の簡便さや過適合を考慮して予め除外し、1 層のみを含むモデル候補の中から選択し、当該モデルをベストモデルとした。

(3) 結果

一連のプロセスにより選択された 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）のベストモデルと、最小 AIC+2 の範囲に頻繁に含まれる説明変数を補足表 7-1 に示した。黄色で示した効果が各地区のベストモデルの変数、水色で示したのが最小 AIC+2 モデルで頻出した変数、黒塗は該当水深なしである。また、数値は最小 AIC+2 の範囲で選択されたモデル数を示す。

以上のベストモデルにおける切片の値と年効果の係数を抽出し、標準化 CPUE の年トレンドを計算した。9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）の標準化 CPUE とノミナル CPUE の年トレンドの相対値を補足表 7-2、7-3 にそれぞれ示した。年トレンドの計算方法および上記のモデル作成の手順、モデル診断結果等の標準化の詳細は標準化 CPUE に関する文書（銚子：FRA-SA2024-SC07-02、勝浦：FRA-SA2024-SC07-03、東京湾口部（千葉）：FRA-SA2024-SC07-04、東京湾口部（神奈川）：FRA-SA2024-SC07-05、神津島：FRA-SA2024-SC07-06、三宅島：FRA-SA2024-SC07-07、八丈島：FRA-SA2024-SC07-08、伊東：FRA-SA2024-SC07-09、稲取：FRA-SA2024-SC07-10、御前崎：FRA-SA2024-SC07-11）に示した。なお、9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）に加え、現在 CPUE を整備中の下田地区のノミナル CPUE も補足表 7-3 に示した。

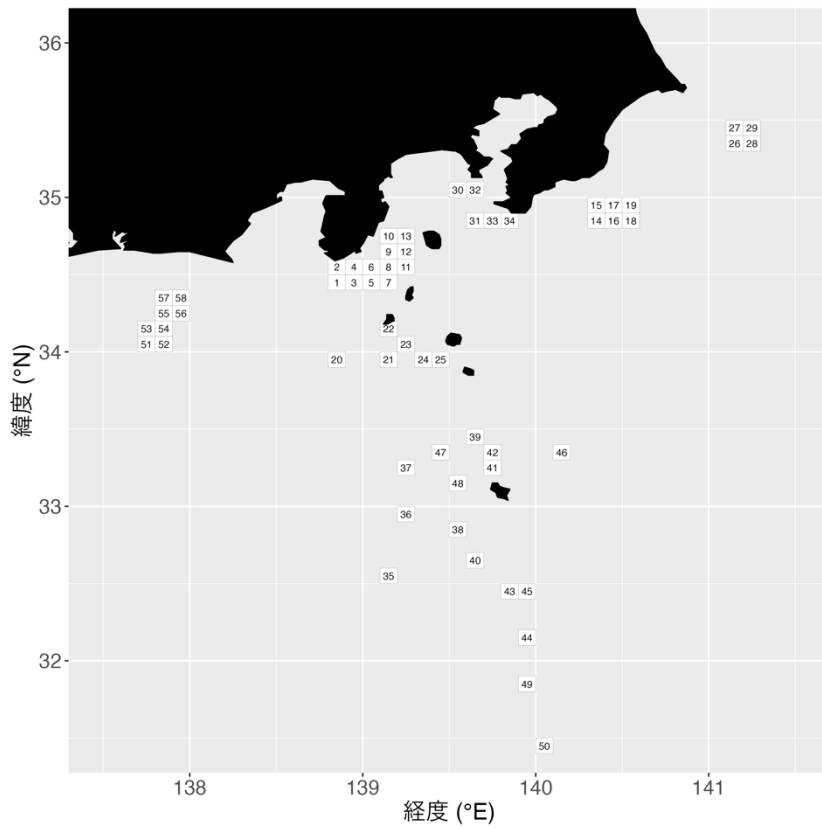
八丈島のモデルでは、上述のモデル選択基準で年効果が選択されなかったこと、標準化により海洋環境の影響を十分に取り除けていない可能性が考えられたことから、今年度も引き続き、資源評価では資源量指標値として標準化 CPUE を採用せず、ノミナル CPUE を使用することとした。したがって、補足表 7-1 は年効果を含むモデルの中でのベストモデルであり、参考として示している。

ベストモデルでは、年と季節の効果に加え、御前崎、八丈島、東京湾口部（千葉）、銚子において経度間の黒潮北縁の緯度差で 138 度と 139 度の差が選択された。また、ベストモデルで選択されなかったものの、稲取、東京湾口部（神奈川）でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに同変数が含まれた。これは、黒潮大蛇行期にあたる 2018 年 12 月の例（補足図 7-3 c）のように、138~139 度付近で蛇行の流れが北東方向に向くことから、この説明変

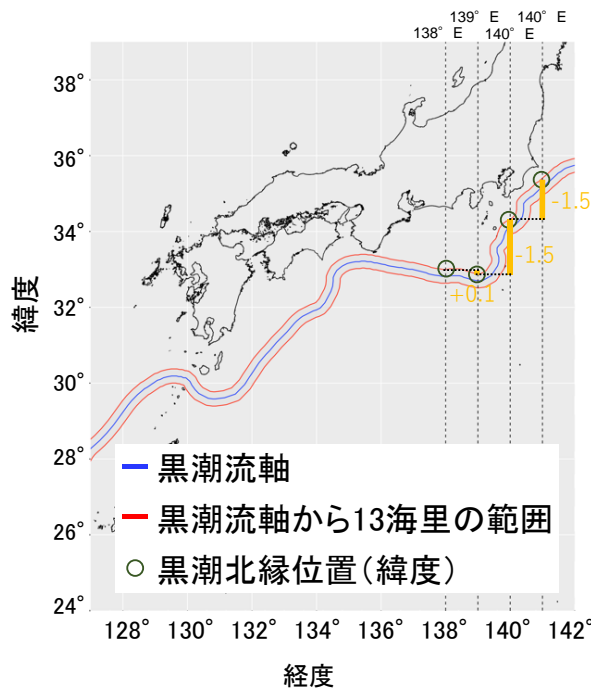
数は大蛇行か否かの情報になっているものと考えられる。また、神津島では 140 度と 141 度の差がベストモデルに選択され、三宅島でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに同変数が含まれたが、2009 年 5 月の例（補足図 7-3 a）のように、これらの地区周辺で北北東方向の流れの向きであると伊豆諸島全体が黒潮内側域に入るケースが多い。地先における黒潮北縁の緯度については、伊東、御前崎で選択され、勝浦、銚子といった本州沿岸の各地区でも最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルに含まれたが、神津島、八丈島では選択されない傾向にあった。一方、水温の効果も、黒潮が接近することによる漁場内での水温上昇、流速の上昇、流向の変化といった複合的な変化の一つとして検出された可能性が考えられる。

引用文献

- Kuroda, H., Setou, T., Kakehi, S., Ito, S., Taneda, T., Azumaya, T., Inagake, D., Hiroe, Y., Morinaga, K., Okazaki, M., Yokota, T., Okunishi, T., Aoki, K., Shimizu, Y., Hasegawa, D., Watanabe, T. (2017) Recent advances in Japanese fisheries science in the Kuroshio-Oyashio region through development of the FRA-ROMS ocean forecast system: Overview of the reproducibility of reanalysis products. *Open Journal of Marine Science*, **7**, 62-90.
- 亘 真吾、川内陽平、青木一弘、竹村紫苑、竹茂愛吾、半沢祐大 (2023) 令和 4(2022) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-37, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 50pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_37.pdf
- 亘 真吾・半沢祐大 (2022) 令和 3 (2021) 年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2021-RC02-2, 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 47pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_37.pdf



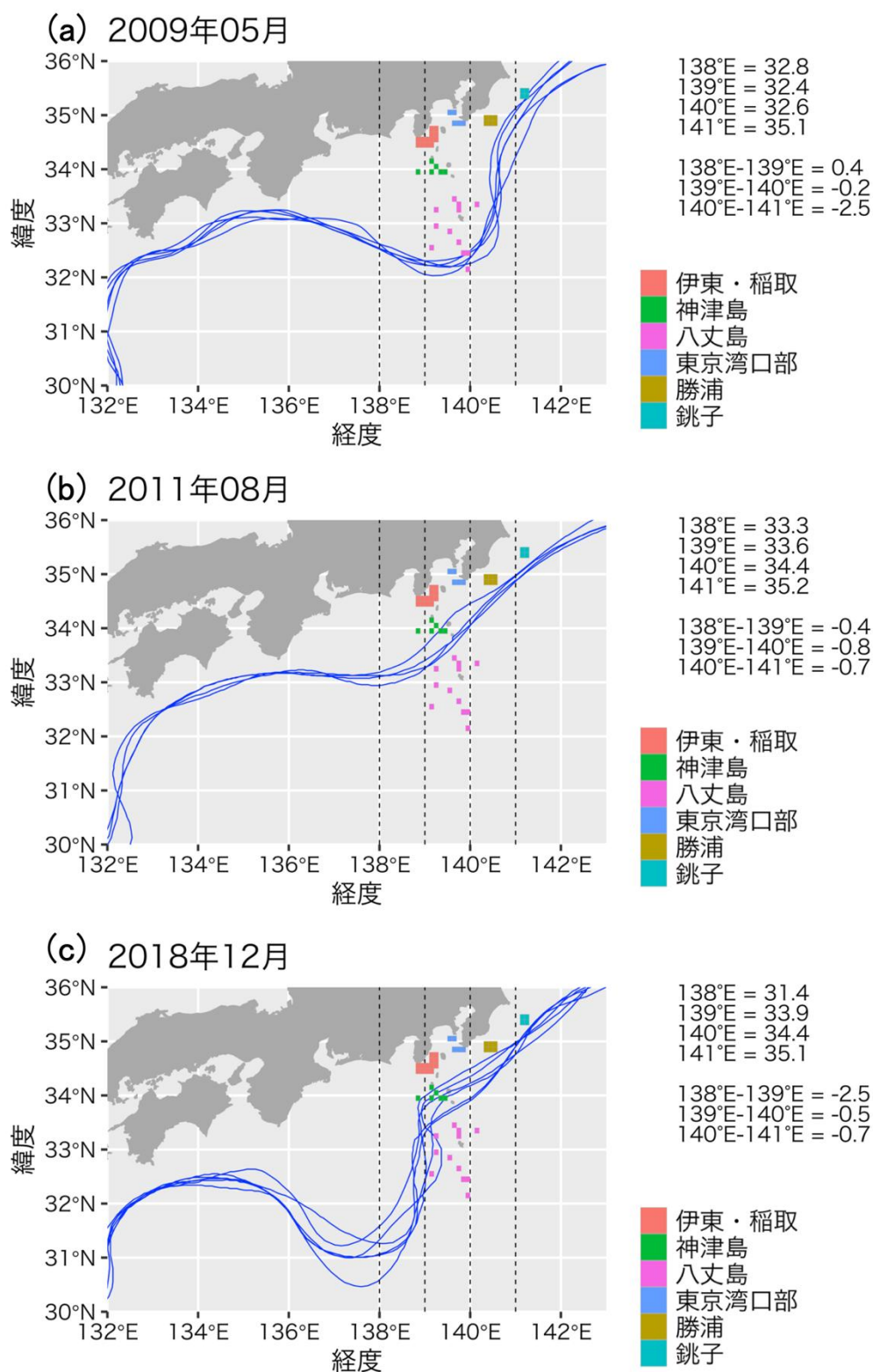
補足図 7-1. FRA-ROMS II再解析値の抽出を行う漁場位置（グリッド）の候補



経度間の黒潮北縁の緯度差
 = 黒潮北縁の「緯度差/経度差」
 = 黒潮北縁の傾き

傾き
 正: 南東方向の流れ
 負: 北東方向の流れ

補足図 7-2. CPUE 標準化で用いた黒潮に関する各指標の概念図



補足図 7-3. 黒潮北縁の緯度と経度間の黒潮北縁の緯度差の例

補足表 7-1. 選択された 9 地区（うち東京湾口部は 2 海域）のベストモデルと、最小 AIC+2 の範囲のモデルに含まれる説明変数

地区 海域	黒潮 北緯緯度 抽出経度	流向					黒潮北 緯緯度	経度間の黒潮 北緯緯度差			流速					水温					季節	候補モ デル数
		0	100	200	400	底		138- 139	139- 140	140- 141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底		
銚子	141	9	10				11	24	2	6	4	1	8	10		17	2	4	1		26	26
勝浦	140	1	4				4	1	1	5	5					5					5	5
湾口部 千葉	140			2		24	4	30	30	15	5	2	2	1	2	1	2	2	2	3	30	30
湾口部 神奈川	140	14					1	11	1	1	11	7				1	9			5	18	18
神津島	139				1		1	1	1	10	1	1	1	1		10					10	10
三宅島	139					6	4	5	2	6	11									11	11	11
八丈島*	139	5	12				1	17	1	1	1	2	2	2	1	13	1	2		17	17	17
伊東	139					2	8	2	8	1					8	4				2	8	8
稲取	139			8			1	2	6	1	10					8					10	10
御前崎	138						26	26	14	9	4	4	6	4	2			28	8			26

黄色で示した効果が各地区のベストモデルの変数、水色で示したのが最小 AIC+2 モデルに含まれた変数、黒塗は水深が浅いため変数に用いていないことを示す。また、数値は最小 AIC+2 の範囲で選択されたモデル数。

*八丈島では、参考として年効果を含む条件下での最小 AIC+2 以内のモデル数を表示し、黄色の効果はそのうちパラメータ自由度最小かつ AIC 最小のモデルの説明変数を示す。

補足表 7-2. 9 地区（東京湾口部は千葉県側の操業海域と神奈川県側の操業海域および両海域の平均）の標準化 CPUE

地区 海域	銚子	勝浦	東京湾口部 (千葉)	東京湾口部 (神奈川)	東京湾口部 平均	神津島	三宅島	八丈島	伊東	稲取	御前崎
2000	1.01		1.61	1.98	1.80				1.53	1.04	
2001	1.19		2.06	4.44	3.25				1.33	1.10	
2002	1.06		0.62	0.99	0.80				0.98	0.94	0.87
2003	1.02	1.05	1.47	1.59	1.53				1.34	1.18	0.87
2004	1.06	1.04	1.44	1.14	1.29				1.21	1.29	0.83
2005	0.96	1.17	2.11	2.00	2.05	0.98			1.29	1.35	0.98
2006	1.06	1.20	2.22	1.32	1.77	0.93		0.86	1.66	1.04	0.89
2007	1.17	1.16	1.34	1.65	1.49	1.29	0.84	0.90	1.35	1.04	0.73
2008	0.98	1.06	1.30	1.43	1.36	1.12	0.97	0.70	1.33	1.23	0.62
2009	0.97	0.99	0.60	1.10	0.85	1.18	0.81	0.95	1.26	1.22	0.62
2010	0.94	1.02	0.45	0.33	0.39	1.06	0.91	1.11	1.03	1.04	0.73
2011	0.77	0.83	0.48	0.71	0.59	0.90	0.80	1.11	1.10	0.93	0.79
2012	0.73	0.92	0.32	0.18	0.25	0.80	0.69	0.99	0.91	1.03	0.92
2013	0.59	0.70	0.47	0.19	0.33	0.79	0.97	1.03	0.69	0.70	0.82
2014	0.65	0.74	0.56	0.27	0.41	0.79	1.23	1.00	0.90	0.78	1.14
2015	0.69	0.77	1.09	0.37	0.73	0.91	0.99	0.85	0.83	0.76	0.79
2016	0.87	0.78	1.22	0.76	0.99	0.86	0.96	0.89	0.96	0.76	0.88
2017	0.98	0.73	0.32	0.40	0.36	1.04	1.33	0.92	0.80	0.71	0.88
2018	1.13	0.90	2.48	1.05	1.77	1.05	1.24	1.11	0.66	0.72	1.02
2019	1.23	0.85	0.35	0.36	0.36	1.09	1.11	0.99	0.50	0.93	1.44
2020	1.23	1.09	0.15	0.31	0.23	1.11	1.22	1.01	0.63	1.13	1.41
2021	1.23	1.09	0.37	0.28	0.32	1.05	1.15	0.92	0.78	1.30	1.57
2022	1.28	1.31	0.35	0.49	0.42	1.02	0.93	1.13	0.40	1.01	1.53
2023	1.47	1.35	0.64	0.68	0.66	1.02	0.83	1.53	0.53	0.76	1.66

値は各地区の全期間の平均で除した相対値、太字はチューニングに使用した CPUE を示す。

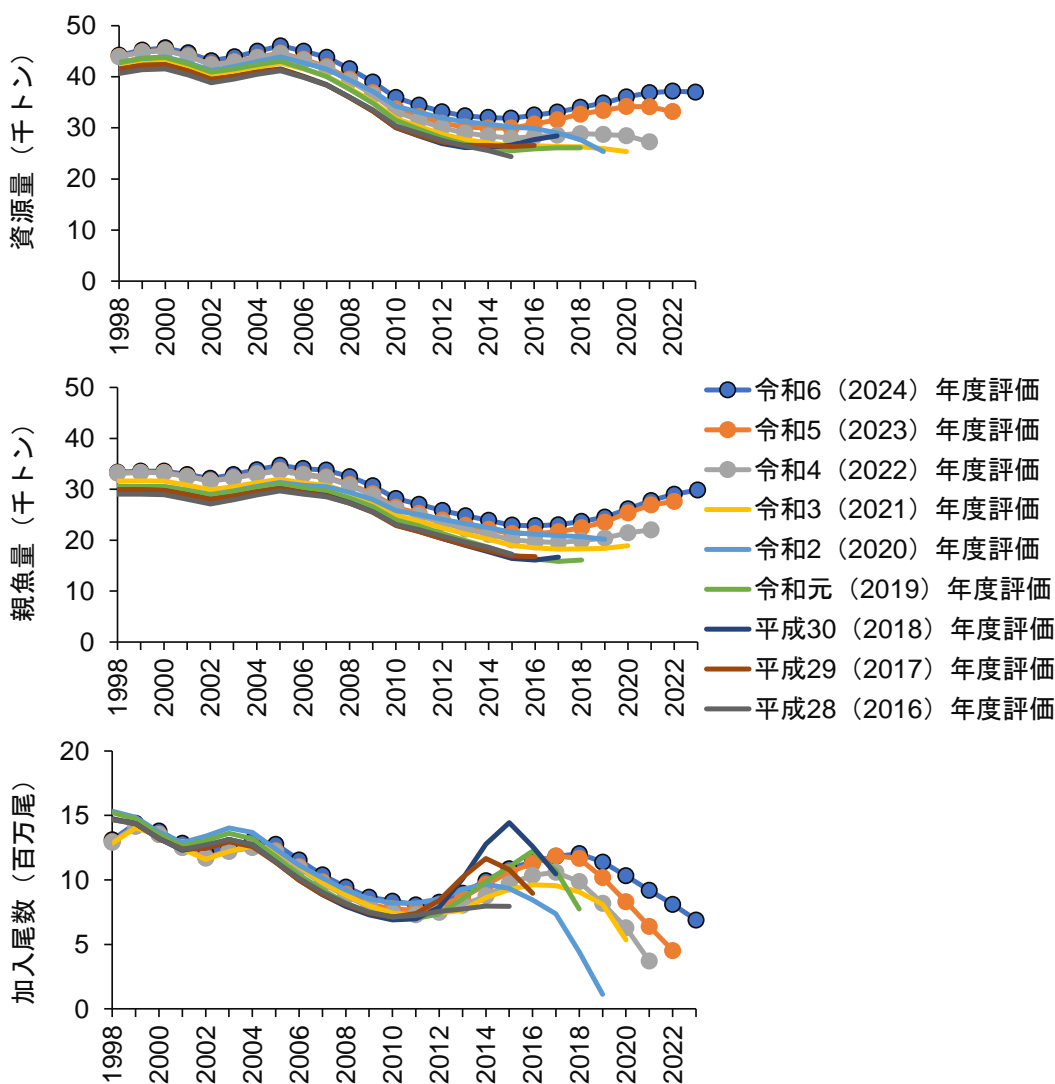
補足表 7-3. 漁獲量・漁獲努力量情報が利用可能な 11 地区のノミナル CPUE

地区 海域	銚子	勝浦	東京湾口部 (千葉)	東京湾口部 (神奈川)	神津島	三宅島	八丈島	伊東	稲取	下田	御前崎
2000		1.09	1.22	1.80				1.63	1.16		
2001		1.30	2.56	4.06				1.54	1.25		
2002		1.02	0.71	1.18				0.94	1.00		0.72
2003	1.02	0.98	1.31	1.50				1.22	1.19		0.75
2004	1.06	0.97	0.93	0.84				1.10	1.07		0.72
2005	0.99	1.09	1.28	1.76	0.99			1.35	1.34		1.19
2006	1.12	1.21	1.90	1.18	0.96		0.88	1.60	1.20		0.80
2007	1.20	1.23	1.28	1.42	1.34	0.92	1.00	1.35	1.05		0.79
2008	1.05	1.16	1.35	1.28	1.15	0.99	0.96	1.40	1.24		0.62
2009	1.06	1.13	0.75	1.44	1.29	0.93	1.16	1.43	1.42		0.62
2010	0.99	1.00	0.43	0.27	1.05	1.03	1.03	1.01	1.05		0.64
2011	0.77	0.83	0.73	1.05	0.93	0.77	1.07	1.07	0.95	1.29	0.69
2012	0.74	0.95	0.41	0.26	0.81	0.70	1.00	0.93	1.06	1.09	0.86
2013	0.59	0.78	0.61	0.23	0.83	1.03	1.26	0.75	0.76	1.02	0.87
2014	0.66	0.79	0.69	0.36	0.83	1.20	1.03	0.90	0.90	1.11	1.05
2015	0.71	0.82	1.20	0.33	0.93	1.06	0.93	0.92	0.83	1.08	0.84
2016	0.88	0.83	1.77	0.88	0.89	0.96	0.97	1.04	0.86	1.00	0.90
2017	0.98	0.71	0.69	0.51	1.03	1.30	1.02	0.88	0.75	1.15	0.99
2018	1.08	0.81	1.06	0.75	1.00	1.20	1.06	0.63	0.64	1.10	1.12
2019	1.14	0.76	0.52	0.38	1.01	1.04	0.78	0.40	0.74	0.88	1.35
2020	1.20	1.03	0.18	0.39	1.05	1.17	0.91	0.49	0.94	0.83	1.46
2021	1.14	1.00	0.36	0.29	0.99	1.08	0.85	0.64	1.07	0.88	1.59
2022	1.23	1.24	0.92	0.72	0.96	0.83	0.93	0.35	0.87	0.80	1.70
2023	1.38	1.27	1.13	1.12	0.96	0.78	1.16	0.43	0.64	0.76	1.72

値は各地区の全期間の平均で除した相対値、太字はチューニングに使用した CPUE を示す。

補足資料 8 過年度評価結果との比較

昨年度以前と今年度の資源評価結果では、2000年以降の四国沖南方の海山域において神奈川県漁船が操業し、高知市地方卸売市場より出荷した漁獲量と、2007年以降の太平洋広域漁業調整委員会承認漁業として操業された底刺し網漁業の漁獲量を、新たに把握し加算した点が大きな変更である。これら漁獲量は、年間100～200トン程度であり、資源量、親魚量としては、全期間と通して1,000～2,000トン程度の上方修正となった。

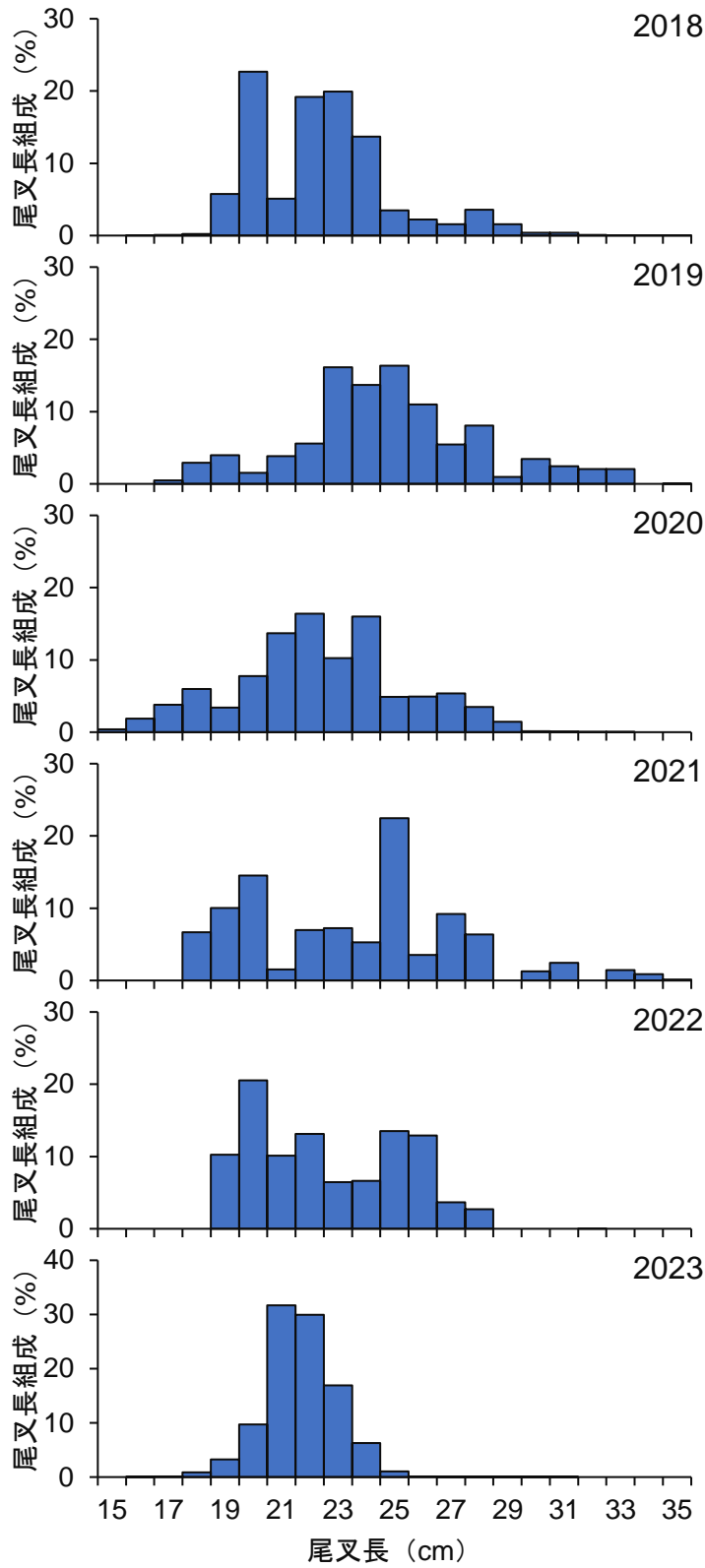


補足図 8-1. 評価年度別の推定された資源量（上段）、親魚量（中段）、加入尾数（下段）の推移の比較

補足資料 9 沖合底びき網における資源評価調査の状況

キンメダイは、太平洋北区、中区、南区において沖合底びき網漁業により漁獲される。太平洋北区においては漁業法改正前から漁獲成績報告書の報告対象であり、太平洋中区、南区は漁業法改正後に漁獲成績報告書の報告対象となった。表 3-1 の漁獲量は漁獲成績報告書の情報が使用できる期間は同情報を、報告対象でない期間は主要港の水揚げ量情報より把握している。漁獲量情報は太平洋北区では 1997 年以降、中区・南区では 2013 年以降把握されている。沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書では、緯度経度 10 分格子の操業漁区単位での報告がなされる。これらの記録から、太平洋中区でみられる 2021 年以降の漁獲の増加は、操業海域全体で満遍なく漁獲が行われるのではなく、特定の操業漁区における漁獲の集中に起因することが明らかになりつつある。多獲される操業海域と海洋環境との関連など引き続き情報収集と分析を行うことは今後の課題と考えられる。

愛知県水産試験場では、沖合底びき網漁業の水揚げ港における市場調査時に尾叉長組成の計測を実施している。現在の調査の枠組みとなった 2018 年以降の体長組成を補足図 9-1 に示す。調査日の漁獲物は一定のサイズごとに区分され、箱に収められている。各サイズ区分の箱を、全体または一部について測定し、総箱数の情報から、調査日の全体の組成を推定した。それらを合算することで年間の尾叉長組成とした。市場関係者からの聞き取りでは毎回同じサイズの個体が水揚げされるわけではないとの情報があることに加え、1 年間で 2~8 回の測定であることから、年によっては十分ではない調査回数を基にした情報である点に留意する必要がある。



補足図 9-1. 愛知県の沖合底びき網漁業の漁獲物の年別尾叉長組成割合

補足資料 10 高知県における資源評価調査の状況

高知県におけるキンメダイ漁業は 1976 年頃にはじまり、立て縄（たる流し）および手釣（一本釣）の各漁法による漁獲が現在まで続いている。主要漁場は、室戸岬の沖合のサウス山、新礁などの海丘、その他、足摺岬南東沖の足摺海丘でも操業がある。2021 年以降は漁獲量が急減したことから、キンメダイ釣り漁業者は、メダイ釣に切り替え、立て縄では操業隻数が減少している。また、近年の不漁により、従来の漁場に加え、かつて漁場として利用していた土佐藩での操業も行われるようになった。

(1) 漁獲量および CPUE 等の推移

本県の漁獲量のうち、2009 年までは高知県水産試験場が独自に集計した高知県漁協室戸統括支所（当時は室戸漁協）の漁獲量、2010 年以降は高知県漁協の漁獲量を集計したものであり、これらの情報により高知県内の漁獲量をほぼ網羅できている（表 3-1）。なお、2010 年以降、室戸統括支所の漁獲量は低下しているが、漁業者がサンゴ漁業に転換したためと考えられる。CPUE は 2020 まで上昇傾向で、2021 年以降、漁獲量が減少し、CPUE も急激に低下した。2023 年の漁獲量はわずか 47 トンであった（表 3-1、補足図 10-1）。漁獲量減少の原因としては、黒潮大蛇行によるキンメダイ漁場の海況変化および関東・伊豆諸島周辺海域からの来遊個体の減少が考えられる（柳川，2024）。

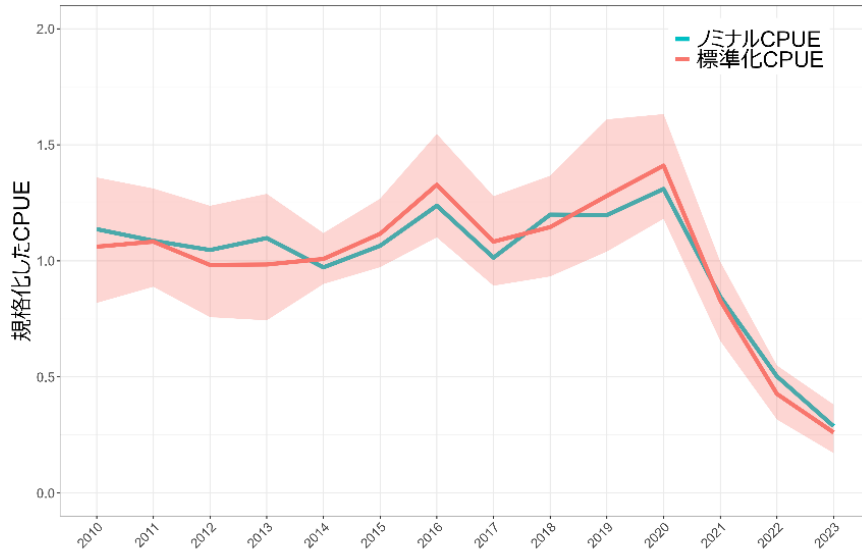
CPUE については補足資料 7 と同様の手法で、地先における黒潮北縁の緯度は東経 134 度、黒潮流路に係る説明変数としては周辺海域における経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 133 度－134 度、134 度－135 度、135 度－136 度の 3 つ）を用いて試算を進めている。試算段階ではあるが、ベストモデルでは、年と季節の効果に加え、経度間の黒潮北縁の緯度差で東経 134 度－135 度、135 度－136 度、表層水温といった効果が選択された。現時点で補足図 10-1 に例示するような分析結果は得られているものの、説明変数の解釈など引き続き検討が必要である。一方、操業海域の聞き取り情報も経年的に蓄積されていることから、関東周辺から伊豆諸島周辺海域では考慮していない、「海域」の効果や「年と海域」の交互作用の効果を考慮するなど、より詳細な分析手法の検討を進めている。

(2) 尾叉長組成

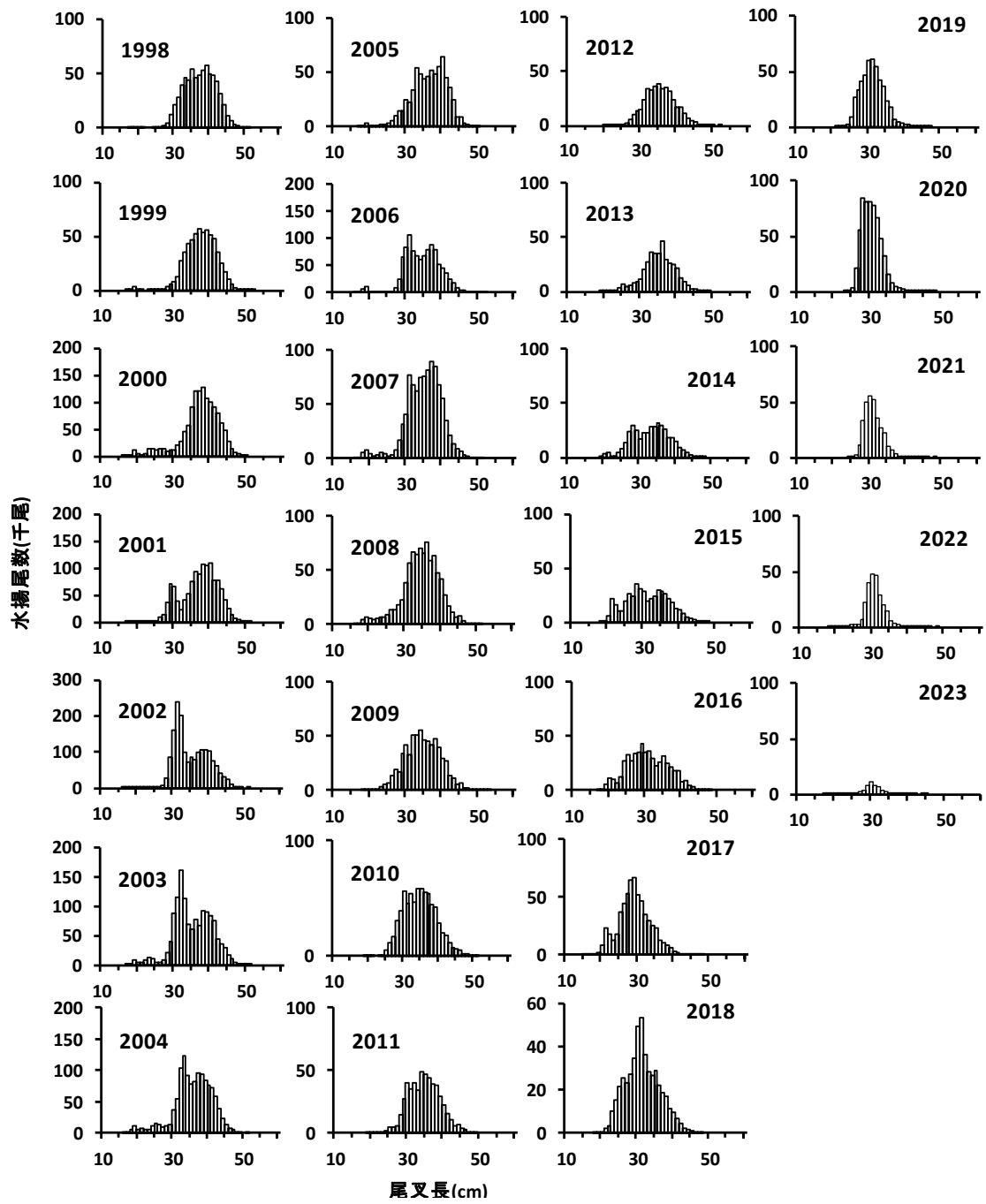
高知県漁協室戸統括支所および室戸岬支所に水揚げされたキンメダイの年間尾叉長組成の推移を経年的に計測がなされている（補足図 10-2）。1999 年に小型魚の出現が見られ、その後 2001 年に卓越年級群として認識され、2004 年までの好漁を支えたと思われる。2017 年にも小型魚のピークが出現したが、2019 年以降はモードを尾叉長組成からは追跡できない。2019 年から尾叉長 35cm 以上の個体の減少により魚体が小型化しており、2020 年以降、尾叉長のモードは 30cm 前後で推移している。

引用文献

柳川晋一（2024）黒潮大蛇行が高知県海域に及ぼす影響について．黒潮の資源海洋研究，**25**, 61-68.



補足図 10-1. 試行中の標準化した CPUE とノミナル CPUE の例



補足図 10-2. 室戸地区の漁獲物の年別尾叉長組成

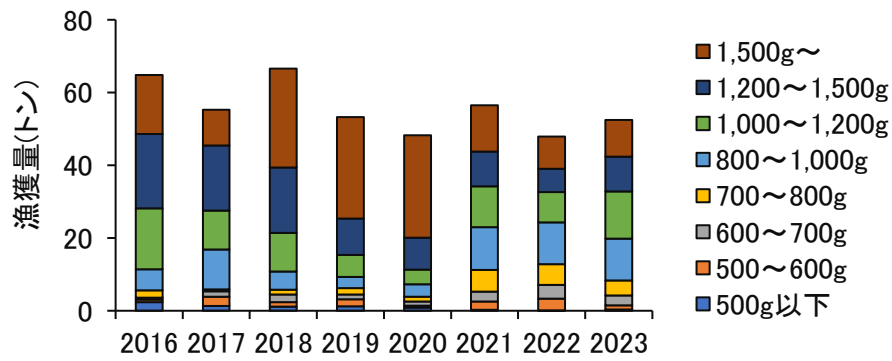
補足資料 11 鹿児島県における資源評価調査の状況

鹿児島県海域では、県本土や熊毛、奄美管内の漁協に所属する漁船のうち数十隻程度が、沖縄舟状海盆の東側のトカラ列島～奄美群島北西沖海域で一本釣りまたは立て縄（底立てはえ縄）による操業を行っている（亘ら 2017）。本漁業によって漁獲されるキンメダイ類には、キンメダイ、フウセンキンメ、ナンヨウキンメの3種が含まれる。鹿児島県内では一部漁協において、取引の際、キンメダイ単体での取り扱いコードがなく、ナンヨウキンメやフウセンキンメといった複数魚種が混ざったキンメダイ類として取り扱われている実態がある。鹿児島市中央卸売市場では、キンメダイ、フウセンキンメ、ナンヨウキンメをそれぞれ「長きんめ」、「ばけきんめ」、「平きんめ」と称して区別して扱っている。加えて、県内のキンメダイの漁獲物が主に鹿児島市中央卸売市場を介して取引されることから、同市場でのキンメダイ取扱量を鹿児島県の漁獲量として本報告書では使用している。同市場におけるキンメダイの漁獲量の経年変化を表 3-1 に示す。卸売市場の集計情報のため、一部鹿児島県以外の漁船からの出荷も含む量であり、分離は困難である。

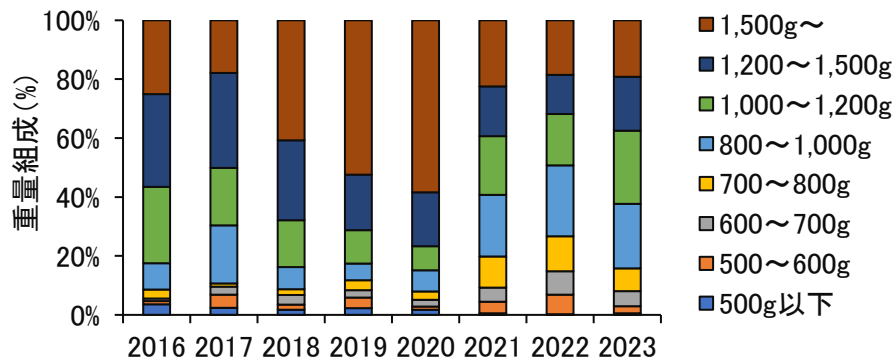
同市場で調査されている1箱の重量と入り尾数記録を用いて、鹿児島県海域におけるキンメダイの重量組成情報を集計した。補足図 11-1、11-2 は 1,500 g 以上、1,200～1,500 g、1,000～1,200 g、800～1,000 g、700～800 g、600～700 g、500～600 g、500 g 以下の8区分に分類した平均体重階級別漁獲量、漁獲割合を示す。600 g 以下の漁獲物は全体の10%以下で未成魚の漁獲はわずかで、600 g 以上の成魚を中心に漁獲していた。

引用文献

亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, **44**, 1-46.



補足図 11-1. 鹿兒島市中央卸売市場の取扱量をもとに算出した平均体重階級別漁獲量



補足図 11-2. 鹿兒島市中央卸売市場の取扱量をもとに算出した平均体重階級別割合

補足資料 12 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、検討すべき課題として、資源評価手法、CPUE 標準化、遊漁・食害・対象海域の漁業について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 12-1）。

(1) 資源評価手法

年級群ごとの豊度を精度よく把握するには Age length key は年別に作成することが理想である。しかし、年齢範囲が広範に及ぶこと、また、1 年間の測定個体数に限りがあることから、本系群では、毎年作成するには至っていない。そのため、各年齢の漁獲尾数には他年級群の個体も混ざることが考えられる。その場合、ある年に卓越年級群が出現しても、その前後の年に生まれた年級群の漁獲尾数も同時に増加することになる。再生産関係の推定、将来予測においては、現状の Age length key の構造を考慮することが望まれる。年齢別漁獲尾数の推定精度向上のため、樋口ほか（2024）のような水揚げ港において漁獲物画像から体長組成の推定を行う手法の検討を他県においても進めている。

資源評価の高度化に向け、VPA の手法のさらなる検討、Age length key の構造の考慮、また、チューニング VPA 以外の手法・加入量指標値の探索を検討することは、キンメダイの持続的な利用に向けた中長期的な課題と考える。

(2) CPUE 標準化

立て縄漁業の一部主要港および、底立てはえ縄漁業について情報が入手できていない地区があり、これらの CPUE についてもチューニング VPA の指標として活用することも重要である。加えて、現状、CPUE 標準化には月別のデータを使用しているが、旬別や日別などのより細かな単位の情報の収集体制の維持並びに拡充が必要である。底立てはえ縄漁業については、操業海域も広範囲に及ぶことから樋口ほか（2022）の手法を応用するなど今後の検討が必要である。東京都八丈島においては、現状の CPUE 標準化のモデル選択基準で年効果が選択されず、標準化 CPUE の資源評価への取り込みには至っていない。八丈島地区は、立て縄漁業を行っている他地区と比べて広域にわたって操業している点が大きく異なっていて、このことが年効果の選択されない原因のひとつとして考えられる。八丈島の月別 CPUE を表現するモデルに適切な環境要因の取り扱い方法の検討を続ける必要がある。

(3) 食害・遊漁・対象海域の漁業

キンメダイ漁業における食害とは、操業中に針にかかった漁獲物がサメ等に捕食される現象である。現在の資源評価における漁獲尾数では、食害により漁獲途中で失われた尾数が考慮されていない。この割合が、経年的に同率であれば、自然死亡係数 M を変化させたときの感度解析のように、親魚量、資源量、加入量の傾向は変化しない（図 4-4）。経年的に増減傾向がある場合、資源量、親魚量、加入量の変動傾向が変わる可能性もある。食害については、高木ほか（2022）、高田ほか（2024）等を参考に、本資源の評価対象海域全体における情報収集体制の検討が必要である。

遊漁に関しては、尾崎（2024）により、2021～2022 年の情報を基に年間遊漁採捕量の推

定がなされ、少なくとも 179.9 トンとされている。現状では 2020 年以前の長期的な遊漁採捕量の情報がなく、経年的な変化を追うことができていないことから、資源評価に考慮されていないが、今後も情報収集が必要と考える。

本評価は、関東沿岸から伊豆諸島周辺海域および四国沖南方の海山域のうち、立て縄、底立てはえ縄、樽流し、底刺し網による漁業を対象とし、移出入は考慮していないものである。今年度は対象海域の漁獲情報として沖合底びき網漁業、高知県、鹿児島県を補足資料として調査状況を取りまとめた（補足資料 9、10、11）。これらの漁業、地域について今後も継続的な情報収集が必要である。

(4) 資源評価への取り込み

今年度評価において、昨年度まで一部未把握であった四国沖南方の海山域などでの漁獲量を追加し資源量推定の対象とした。また、漁獲量の急増が見られる、沖合底びき網漁業など、現状の資源評価に組み込んでいない漁業についても、情報収集を進めていることから、資源量推定の対象を拡大する可能性がある。これに伴い、今後必要に応じて、管理基準値等の更新の検討を行う。

引用文献

- 樋口 謙・山口邦久・長野雄太 (2022) 東京都海面におけるキンメダイ底立てはえ縄漁業の CPUE. 黒潮の資源海洋研究, **23**, 137-138.
- 樋口 謙・山口邦久・小野 淳 (2024) デジタル計測によるキンメダイの尾叉長組成. 黒潮の資源海洋研究, **25**, 181.
- 尾崎真澄 (2024) WEB 情報を利用したキンメダイの遊漁船による採捕量の推定. 黒潮の資源海洋研究, **25**, 129-134.
- 高田伸二・高木康次・吉川康夫・永倉靖大 (2024) 伊豆東岸におけるキンメダイ食害量を反映した資源評価の試算. 黒潮の資源海洋研究, **25**, 117-128.
- 高木康次・高田伸二・永倉靖大・吉川康夫 (2022) 伊豆半島東岸沖におけるキンメダイ漁業の食害被害について. 黒潮の資源海洋研究, **23**, 138.
- 亘 真吾・米沢純爾・武内啓明・加藤正人・山川正巳・萩原快次・越智洋介・米崎史郎・藤田 薫・酒井 猛・猪原 亮・宍道弘敏・田中栄次 (2017) キンメダイの資源生態と資源管理. 水産研究・教育機構研究報告, **44**, 1-46.

補足表 12-1. 今後検討すべき課題の整理項目

	検討課題
資源評価手法	<ul style="list-style-type: none">・年別年齢別漁獲尾数の推定精度向上・資源評価の高度化に向けた手法の更なる検討
CPUE 標準化	<ul style="list-style-type: none">・標準化 CPUE の精度向上・CPUE 標準化未実施の海域、漁業への拡大・旬別、日別等詳細な情報の収集体制の検討
食害・遊漁・対象海域の漁業	<ul style="list-style-type: none">・情報収集体制の検討
資源評価への取り込み	<ul style="list-style-type: none">・情報収集と資源量推定の対象海域、漁業の拡大の検討